www.radio.ru

8•2003

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

«Радио» на «Экспо-Наука 2003»









- Квартиру охраняют соседи
- Универсальный прибор связиста
- Инверторный источник сварочного тока
- Усилитель мощности УКВ диапазона
- Как проверить HEX-файл

...и еще 26 конструкций

8
2003

ISSN-0033-765X

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. С 12 по 19 июля во Всероссийском выставочном центре прошла международная выставка научно-технического творчества молодежи «Экспо-Наука 2003». Журнал «Радио» был не только информационным спонсором этой выставки, но и ее участником. На нашем стенде работала радиостанция редакции R3R, демонстрировались конструкции юных радиолюбителей — авторов журнальных публикаций.

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

ГРОМКОГОВОРИТЕЛИ С ДИПОЛЬНЫМИ ИЗЛУЧАТЕЛЯМИ
«ЧАСЫ ФИШЕРА» НА БАЗЕ КОМПЬЮТЕРА
ПРОГРАММАТОР МК AMTEL AT89
КУЛОНОМЕТР
СПОСОБЫ ПУСКА ЛДС
ЗВУЧАЩИЙ БРЕЛОК

Тираж журнала «Радио» № 7 сдан в ОАО «Роспечать» для рассылки подписчикам 01.07.2003 г.



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Комитетом РФ по печати 21 марта 1995 г.
Регистрационный № 01331

Адрес редакции:
107045, Москва, Селиверстов пер., 10
Тел.: (095) 207-31-18. Факс: (095) 208-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**

Группа работы с письмами — (095) 207-08-48
Отдел рекламы — (095) 208-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (095) 208-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (095) 207-77-28
Бухгалтерия — (095) 207-87-39

Наши платежные реквизиты:
получатель — АНО «Редакция журнала «Радио», ИНН 7708187140,
р/сч. 40703810538090108833 в Мещанском ОСБ № 7811, г. Москва
Банк получателя — Сбербанк России, г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 16.07.2003 г. Формат 84×108/16. Печать офсетная.
Объем 10 физ. печ. л., 5 бум. л., 13,5 уч.-изд. л.

В розницу — цена договорная
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по каталогу Управления федеральной почтовой связи — 89032.

Отпечатано в ИД «Медиа-Пресса», 125993, ГСП-3, Москва, А-40, ул. «Правды», 24. Зак. 2404.

НАВСТРЕЧУ ЮБИЛЕЮ

В августе следующего года журналу «Радио» исполнится ***80 лет***. В преддверии этого события мы начинаем ретроспективу по страницам журнала, представляя современному читателю конструкции прошлых лет. И начинаем мы ее с рассказа о ставшем легендой *детекторном приемнике Шапошникова*.

1924 год, август — выходит в свет первый номер нового журнала «Радиолюбитель». Само рождение такого журнала было подготовлено естественным ходом развития техники тех дней — это был канун 30-летия открытия возможности передачи сообщений без проводов. И это открытие уже перешагнуло пороги лабораторий и ушло в массы. Возможность слушать голоса радиостанций удаленных городов нашла оживленный отклик в умах и сердцах многих почитателей РАДИО, хотя еще не было развитой энергетической базы, мощные радиоцентры могли быть построены в крупных городах.

А РАДИО уже шагало по планете. Были созданы простые массовые конструкции радиоламп в триодном исполнении. Но они требовали повышенного напряжения питания, а значит, нужны были соответствующие источники тока. В то время такими источниками были накальные и анодные батареи — конечно, дорогие (по тем временам), да и не всегда их удавалось приобрести. А если учесть необъятные просторы страны, скудные возможности Потребсоюза (управление торговли того периода) в организации удовлетворения спроса населения, то нетрудно догадаться, что создание приемника на лампах выливалось в большие трудности. Массовое удовлетворение потребностей в радиоприемниках могло решить создание конструкции без источников питания. Такой приемник был — детектор (так его называли в то время). Его активно пропагандировали члены кружков «Общество Друзей Радио» — ОДР (была и такая общественная организация), особенно ее отделений в сельских местностях.

И новый журнал «Радиолюбитель» в своем первом же номере предложил для массового повторения конструкцию несложного (по нашим понятиям — *прим. ред.*) приемника Н. И. Огинова — сотрудника НИИ ВТУ (Военно-Технического Управления). Эта конструкция содержала ряд запатентованных узлов, что вызывало некоторые трудности в повторении изделия массовым тиражом. Но уже через полгода инженер С. И. Шапошников в журнале «Радиолюбитель», 1924 г., № 7 предложил свой вариант детекторного приемника, свободного от сложных элементов (коммутации и конденсатора переменной емкости), впервые применив вариометр (катушка с изменяющейся индуктивностью) и, как мы бы сказали сейчас, неполное включение детектора в колебательный контур, что позволило существенно поднять добротность контура, а следовательно, и его избирательность (немалый бич приемников того времени). Именно этот вариант приемника стал «народным» на многие времена. Радиолюбители его повторяли в своих домашних лабораториях, очень часто новый журнал публиковал статьи по усовершенствованию приемника С. И. Шапошникова, и, наконец, именно эта конструкция легла в основу промышленного варианта детекторного приемника под наименованием «П-8» (П — «Пролетарий»).

Чтобы показать уровень радиолюбительских интересов того периода, мы приводим факсимиле оригинальной публикации.

Детекторные приемники живы и до сих пор, получив соответствующее времени схемотехническое и конструкционное обличие. И до сих пор молодое поколение учится азам радиолюбительства на примерах, которые были заложены почти 80 лет назад, и вырастает в специалистов высокого уровня.

Самодельный приемник с диапазоном волн от 330 до 1500 мт.

Инж. С. И. Шапошников

Любителю, в большинстве случаев, трудно изготовить конденсатор именно той емкости, которая нужна, что может быть частой причиной неудачи. В то же время катушки самоиндукции изготовляются достаточно точно, почему ниже и приводится описание способа постройки приемника без конденсаторов в колебательном контуре.

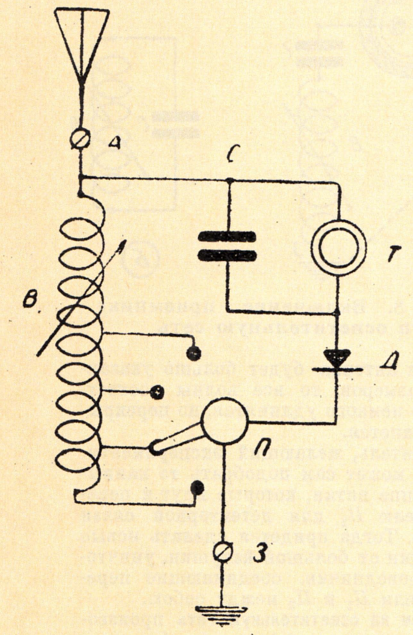


Рис. 1. Принципиальная схема приемника

На рис. 1 изображена принципиальная схема такого приемника. На ней: А — зажим для антенны, З — зажим для заземления, В — вариометр, П — переключатель, Т — телефон, С — конденсатор, шунтирующий телефон, и Д — детектор.

Управление приемником такое: установив переключатель на первую кнопку, вращают ручку вариометра вправо и влево. Если работы не слышно, переводят переключатель на вторую кнопку, действуя вариометром и т. д., пока не услышат работы, после чего регулируют детектор на наибольшую силу звука.

Связью для детекторной цепи служат все те витки вариометра, которые переключателем введены в антенну.

При желании иметь переменную детекторную связь, что, конечно, значительно лучше в смысле остроты настройки и громкости, можно воспользоваться схемой, изображенной на рис. 2 и отличающейся от первой лишь добавочным переключателем $П_2$.

Антенна может быть любой формы и размеров, могущих встретиться в практике любителя. Волны от 330 до 1500 метров получаются с описываемым приемником при антенне около 9 метров высоты и 40 метров длины, при емкости около 300 см. Форма антенны была Г-образная. Диапазон волн получается непрерывный, с большим перекрытием, благодаря чему антенны большей величины будут подходить к данному приемнику.

Заземление может быть любое из уже описанных в „Радиолюбителе".

Вариометр следует сделать точно по приведенным ниже размерам. Склеиваются две картонных или бумажных катушки с толщиной стенок от 1,5 до 2 мм.[1] Длина одной катушки 210 мм., наружный диаметр ее 120 мм. Длина второй катушки 70 мм., при наружном диаметре в 90 мм.

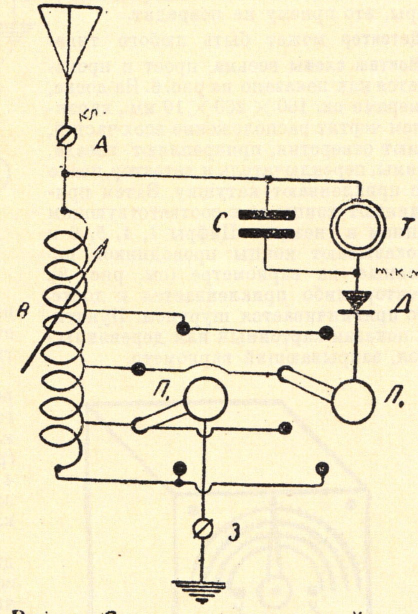


Рис. 2. Схема с переменной детекторной связью

Намотка производится звонковым или ему подобным проводом, имеющим с изоляцией диаметр около 1,5 мм. На десяти миллиметрах длины такой провод дает семь витков.

Отступя на 3 мм. от края большой катушки, закрепляем продергиванием чрез две дырочки конец провода. Этот конец назовем (1). Затем, как показано на рис. 3, начинаем производить намотку провода, укладывая плотно виток к витку. Намотав 19 витков, которые должны уложиться на протяжении 28 мм, закрепляем конец провода, отрезав его от мотка. Это будет конец (2).

Если бы провод был тоньше указанного, то эти 19 витков следует разбросать равномерно на протяжении 28 мм.

У конца (2) делаем круглое отверстие, по диаметру будущей оси, и другое такое же отверстие — напротив.

Закрепляем конец провода у второго (заднего) отверстия и продолжаем намотку в том же направлении. Этот конец будет (3). Уложив 13 витков

[1] В производстве принято давать все размеры в миллиметрах, чему будем следовать и мы.

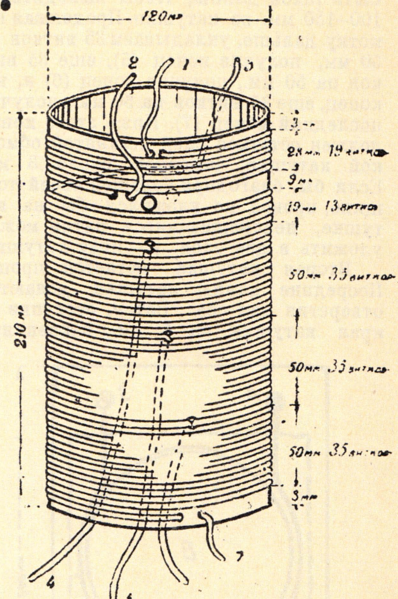


Рис. 3. Неподвижная катушка вариометра

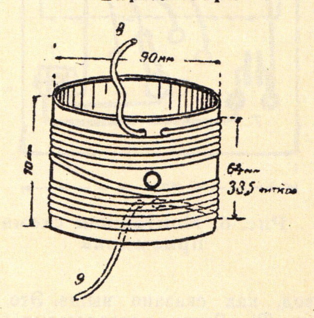


Рис. 4. Подвижная катушка вариометра

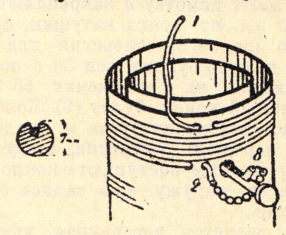


Рис. 5. Укрепление подвижной катушки



на протяжении 19 мм., сгибаем провод, закручиваем полученный конец и, сделав в катушке отверстие, пропускаем конец внутрь катушки. Это будет конец (4). Он и последующие концы должны быть такой длины, чтобы выходить на 100--150 мм. из катушки. Продолжая намотку дальше, укладываем 35 витков на 50 мм, получив конец (5), еще 35 витков на 50 мм., получив конец (6) и, наконец, еще 35 витков на 50 мм., получив последний конец (7). Ниже этого конца должен остаться слой незанятой обмоткой катушки, шириною около 3 мм. Если бы, благодаря большей своей толщине, провод не уложился бы на катушке, непомещающиеся витки можно уложить в два слоя на низу катушки.

Вторая катушка мотается проще. Посредине длины катушки делаются отверстия для оси. Затем, отступив от края катушки на 5 мм., закрепляют

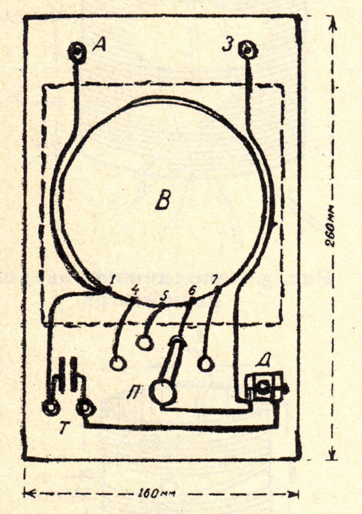


Рис. 6. Монтажная схема приемника

провод, как сказано выше. Это будет конец (8). Затем накладывают плотно витки до отверстия, перейдя которое продолжают намотку и закрепляют провод в 5 мм. от конца катушки, против второго (заднего) отверстия для оси. Всего должно уложиться 38 с половиною витков, на протяжении 55 мм. [1]) Полученный конец будет (9). Конец (8) загибают внутрь катушки и, продернув его в переднее отверстие, выпускают наружу. Так же поступают с концом (9), выводя его наружу чрез заднее осевое отверстие.

Ось делается деревянная, круглого сечения, диаметром около 7 мм. (толщина карандаша). Вдоль по оси прорезают канавку, в которую можно будет

клеить два кольца, напр., из тонкой бечевки, так, чтоб ось могла бы вращаться, но не двигаться вперед или назад. После этого конец 8 соединяется с концом 2, а конец 9 с 3. Соединение должно быть гибким, напр., в виде гибкого проводничка с бусами, или в виде спиральки (см. рис. 5).

Переключатель может быть сделан или из винтов или из кнопок, как это описывалось уже в „Радиолюбителе".

Телефон желателен многоомный, как более чувствительный. Парный телефон будет лучше одиночного. Для присоединения телефона надо заготовить или два гнезда, или же два зажима или шурупа.

Конденсатор, шунтирующий телефон, может быть любого образца из описанных уже раньше. Проще всего его сделать парафиновым. Емкость его желательна около 3000 см., но если он будет значительно больше или меньше указанной цифры, это приему не повредит.

Детектор может быть любого типа.

Монтаж схемы весьма прост и производится как показано на рис. 6. На доске, размерами ок. 160 × 260 × 10 мм., карандашем чертят расположение всех частей, делают отверстия, прикрепляют гнезда, зажимы, переключатель и детектор, после чего приклеивают катушку. Затем присоединяют концы ее к соответствующим зажимам и гнездам. Цифры 1, 4, 5, 6 и 7 показывают концы проводников, полученные на вариометре (см. рис. 3). Детектор либо приклеивается к доске, либо привинчивается шурупом. Пунктиром показан картонный или деревянный чехол, закрывающий вариометр.

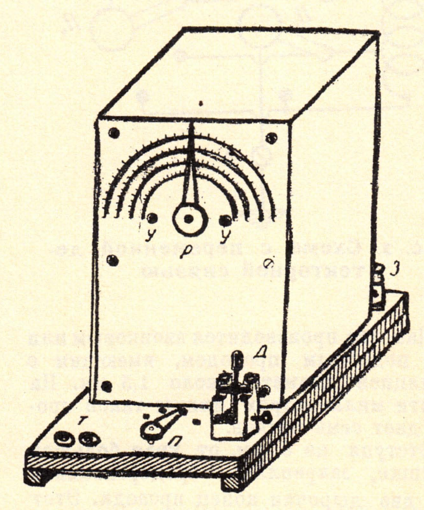


Рис. 7. Внешний вид приемника

Общий вид приемника показан на рис. 7. В передней крышке чехла делается отверстие для оси. На ось надевается стрелка-указатель так, чтоб она была направлена влево или вправо, когда оси обоих катушек совпадают (т.-е. витки параллельны). Наконец, к оси крепится кружок — рукоятка *Р*.

Весьма важно поставить два упора *У* из гвоздей или шурупов, чтобы ограничить поворот оси вариометра только на полкруга (180°). Это предупредит обрывание проволочек, соединяющих обе катушки вариометра.

Над осью полезно наклеить из картона или бумаги шкалу, на которой нанести 4 полукруга, по числу кнопок переключателя. На этих линиях можно будет нанести длины волн, т.-е. произвести градуировку приемника.

Вся монтажная проводка может быть сделана как сверху доски, так и по низу ее. Последнее, конечно, удобнее и более красиво.

Длины волн, получаемые с этим приемником и описанной выше антенной, такие: на первой кнопке от 330 до 730 мет., на второй от 600 до 1000, на третьей от 850 до 1250 и на четвертой от 1150 до 1500.

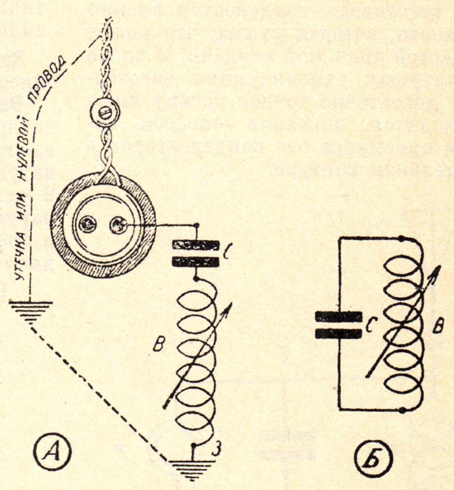


Рис. 8. Включение приемника в осветительную сеть

Если антенна будет больше указанных размеров, то все волны соответственно немного удлинятся, но перекрытие останется.

Любитель, желающий экспериментировать, может сам подобрать те наивыгоднейшие витки, которые идут к переключателю $П_2$ для детекторной связи (рис. 2). Тогда придется сделать новые 4 отводки от большой катушки, уничтожив проводнички, соединяющие переключатели $П_1$ и $П_2$ между собою.

Прием на осветительную сеть производится присоединением зажима *А* к штепселю чрез прочный конденсатор. Величина емкости этого конденсатора не безразлична.

Известно, что осветительная сеть обычно имеет утечку в землю, т.-е., другими словами, заземлена, соединена с землей чрез плохую изоляцию. Кроме того, при трехфазной проводке звездой имеется так называемый нулевой провод, который подается в освещаемые помещения. Провод этот иногда намеренно заземляют. Таким образом, включив наш приемник, как показано на рис. 8--*А*, мы имеем заземленными и сеть и зажим *З* приемника. Получается, что конденсатор, включенный последовательно с вариометром, оказывается присоединенным к нему параллельно, как показано на рис. 8—*Б*.

В этом случае длина волны приемника будет сильно зависеть от величины емкости *С* и отчасти от нахождения места утечки или заземления осветительной сети. Если емкость *С* будет около 300 см., то приемник сохранит указанные выше волны. При большей емкости, волны удлинятся. Строителю приемника лучше всего подобрать величину емкости *С* опытным путем.

Удачные результаты по получению непрерывного диапазона (ряда волн) получатся лишь при соблюдении всех размеров, указанных в этом описании.

При работе с антенной, на время прекращения приема, рекомендуется зажимы *А* и *З* соединять между собою проводником, т. е. заземлять антенну, что безусловно необходимо делать во время грозы.

Телевизоры на ЖК панелях

Структурные и принципиальные схемы телевизора «Sharp — LC-20C2E» (окончание)

А. ПЕСКИН, г. Москва

Микроконтроллер управления платы тюнера I9 (см. рис. 12 в предыдущих частях) формирует также строчные H и кадровые V синхронизирующие импульсы, поступающие через контакты разъема SC802/SC801 сначала (см. рис. 13 в предыдущих частях) на видеопроцессор IC801 и контроллер управления ЖК панелью IC1201 (IX3378CE), а с последнего — на микроконтроллер управления основной платы IC2001. Между микроконтроллерами платы тюнера и основной платы происходит обмен информацией посредством показанных на рис. 12 и 13 синхронизирующих и управляющих сигналов SUB CLK, SUB IN, SUB OUT, M/S IN, M/S OUT, H (HSY) и V (VSY).

На плате тюнера (см. рис. 12) находятся также входное гнездо J3702 для подключения источника постоянного напряжения 13 В и окружающие его предохранители. Это напряжение через контакты разъема P904/P901 подано на основную плату, а через контакты разъемов P702/P6555 и P703/P6755 — на платы инверторов B и A соответственно.

На видеопроцессор IC801 (см. рис. 13) поступают следующие аналоговые видеосигналы: AV1 — с коммутатора видеосигналов TV/AV (с микросхемы IC402 по команде с микроконтроллера управления IC2001); AV2 — с разъема SCART платы тюнера; AV3 — через контакт разъема P903/P5001, на который приходит внешний видеосигнал V3 IN с одного из гнезд разъема J5001 видеоплаты, и сигнал цветности V1 SC — через контакт того же разъема P903/P5001, на который с гнезда разъема SC5001 видеоплаты проходит сигнал цветности SC (S-VHS). Принципиальная схема видеоплаты изображена на **рис. 18**.

Через контакты разъема P903/P5001 (см. рис. 13) поданы также звуковые сигналы V3 IN L и V3 IN R (с двух других гнезд разъема J5001 видеоплаты), которые поступают на процессор обработки сигналов звука IC901. Сигнал яркости V1 SY (S-VHS) с гнезда разъема SC5001 видеоплаты попадает на коммутатор видеосигналов TV/AV (микросхема IC402).

Микросхема IC801 преобразует приходящие на нее аналоговые видеосигналы в цифровые: восьмибитовые сигналы яркости VPY0—VPY7 и цветности UV0—UV7, а также строчные HSY, кадровые VSY и другие (LLC1, LLC2, FIELD) сигналы синхронизации и управления. С выхода микросхемы IC801 аналоговый полный видеосигнал VO, помимо разъема SC901/SC902, приходит на синхроселектор на микросхеме IC401

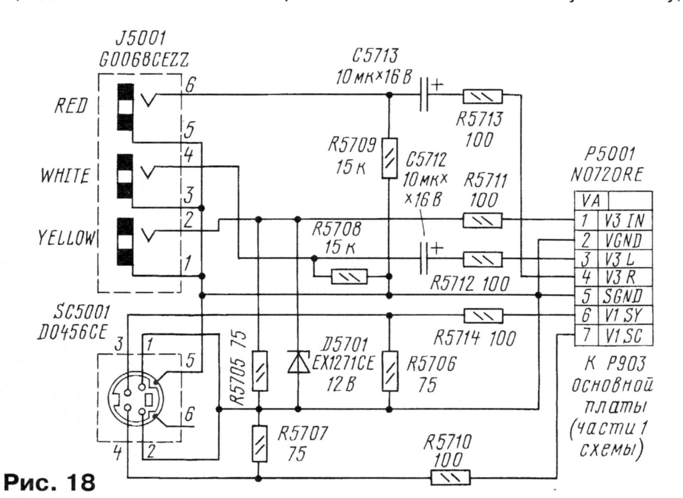


Рис. 18

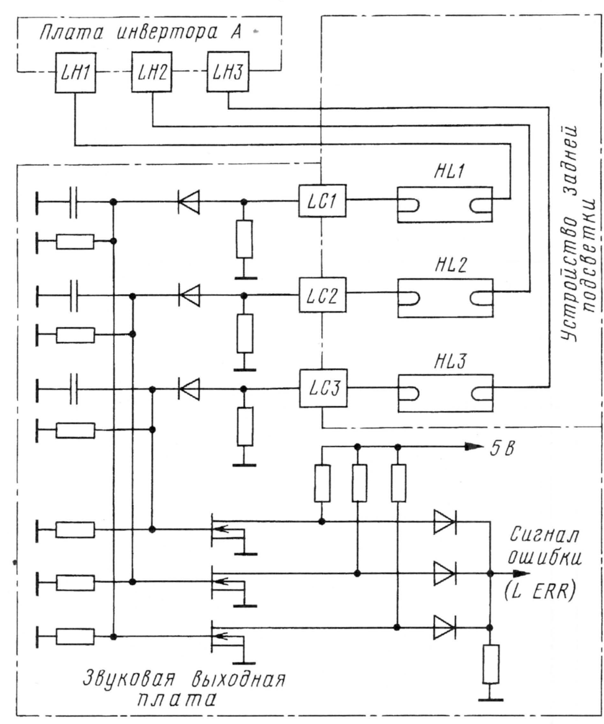


Рис. 20

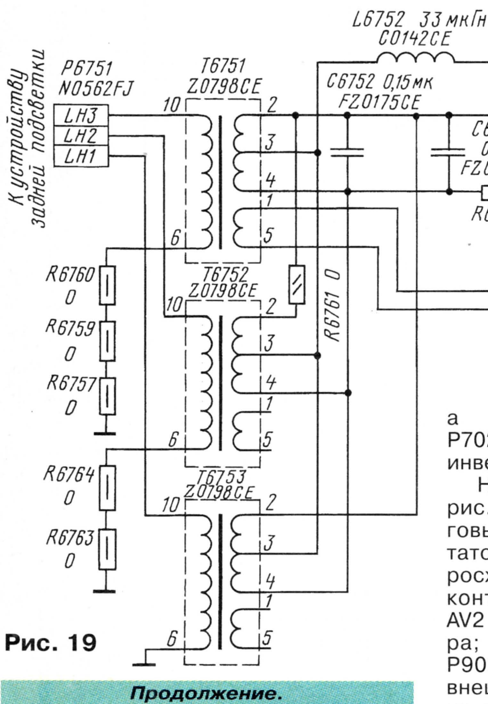


Рис. 19

Продолжение. Начало см. в «Радио», 2003, № 3—5, 7

E-mail: tv@radio.ru тел. 208-83-05

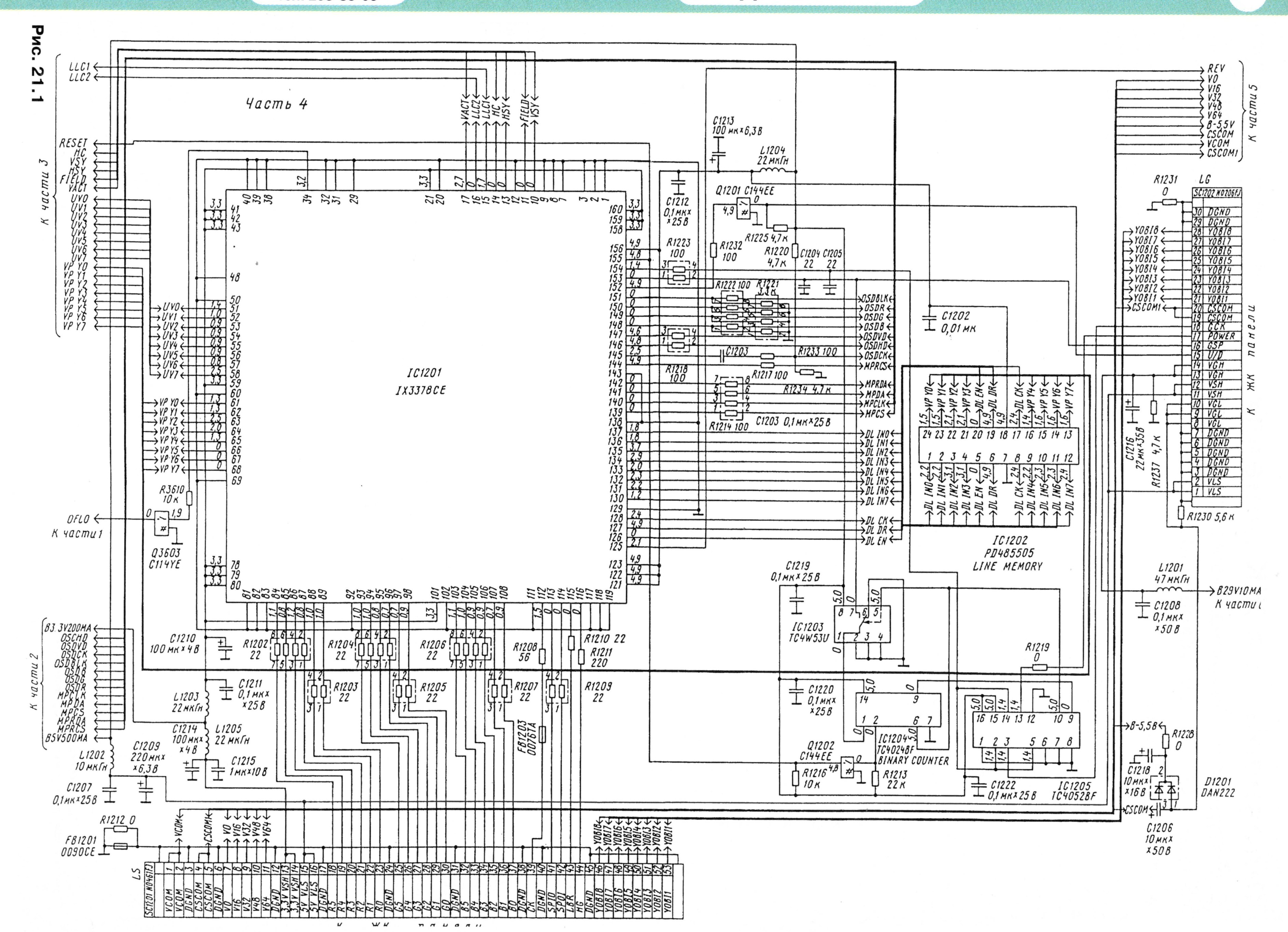

Часть 4
IC1201
IX3378CE
IC1202
PD485505
LINE MEMORY
IC1203
TC4W53U
IC1204
TC4024BF
BINARY COUNTER
IC1205
TC4052BF
Q1201 C144EE
Q1202
C144EE
Q3603
C114YE
D1201
DAN222
К части 3
К части 2
К части 5
К части 1
К ЖК панели
LLC1
LLC2
RESET
HC
VSY
HSY
FIELD
VACT
OFLO
REV
VO
V16
V32
V48
V64
B-5,5V
CSCOM
VCOM
CSCOM1
B29V10MA
B3,3V200MA
B5V500MA
LG
LS

Рис. 21.1

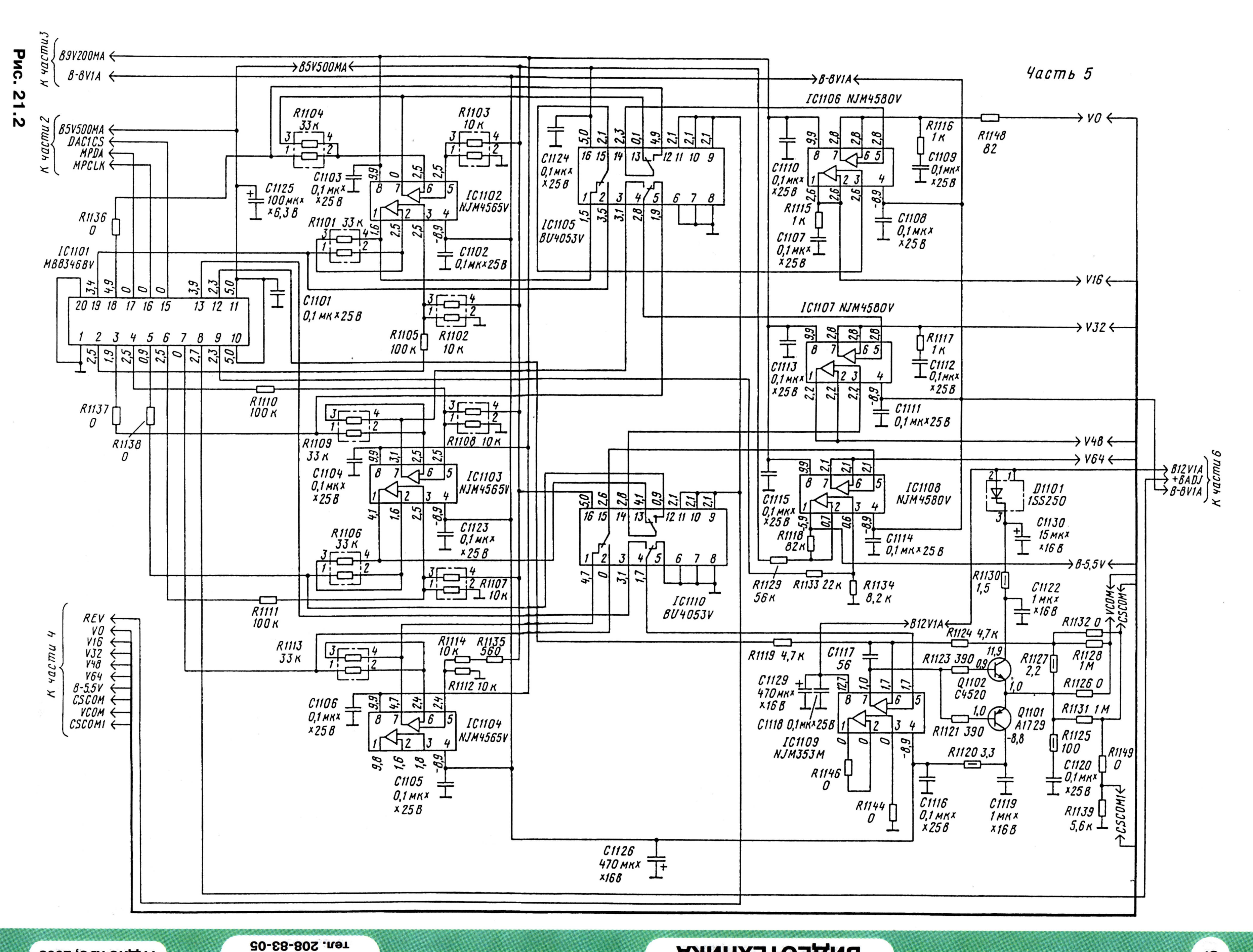

Часть 5
К части 3
B9V200MA
B-8V1A
B5V500MA
К части 2
B5V500MA
DAC1CS
MPDA
MPCLK
R1104 33 к
R1103 10 к
C1103 0,1 мк × 25 В
IC1102 NJM4565V
C1125 100 мк × 6,3 В
R1101 33 к
C1102 0,1 мк × 25 В
R1136 0
IC1101 MB88346BV
C1101 0,1 мк × 25 В
R1105 100 к
R1102 10 к
C1124 0,1 мк × 25 В
IC1105 BU4053V
IC1106 NJM4580V
R1116 1 к
R1148 82
VO
C1109 0,1 мк × 25 В
C1110 0,1 мк × 25 В
R1115 1 к
C1107 0,1 мк × 25 В
C1108 0,1 мк × 25 В
V16
IC1107 NJM4580V
V32
R1117 1 к
C1112 0,1 мк × 25 В
C1113 0,1 мк × 25 В
C1111 0,1 мк × 25 В
V48
V64
R1110 100 к
R1137 0
R1138 0
R1109 33 к
R1108 10 к
C1104 0,1 мк × 25 В
IC1103 NJM4565V
C1123 0,1 мк × 25 В
R1106 33 к
R1107 10 к
R1111 100 к
IC1110 BU4053V
C1115 0,1 мк × 25 В
IC1108 NJM4580V
R1118 82 к
C1114 0,1 мк × 25 В
D1101 1SS250
C1130 15 мк × 16 В
B12V1A
+BADJ
B-8V1A
К части 6
R1129 56 к
R1133 22 к
R1134 8,2 к
B-5,5V
R1130 1,5
C1122 1 мк × 16 В
VCOM
CSCOM
К части 4
REV
VO
V16
V32
V48
V64
B-5,5V
CSCOM
VCOM
CSCOM1
R1113 33 к
R1114 10 к
R1135 560
R1112 10 к
C1106 0,1 мк × 25 В
IC1104 NJM4565V
C1105 0,1 мк × 25 В
B12V1A
R1124 4,7 к
R1132 0
R1119 4,7 к
C1117 56
R1123 390
Q1102 C4520
R1127 2,2
R1128 1 М
R1126 0
C1129 470 мк × 16 В
C1118 0,1 мк × 25 В
IC1109 NJM353M
R1121 390
Q1101 A1729
R1131 1 М
R1125 100
R1149 0
R1120 3,3
C1120 0,1 мк × 25 В
R1146 0
R1144 0
C1116 0,1 мк × 25 В
C1119 1 мк × 16 В
R1139 5,6 к
CSCOM1
C1126 470 мк × 16 В

Рис. 21.2

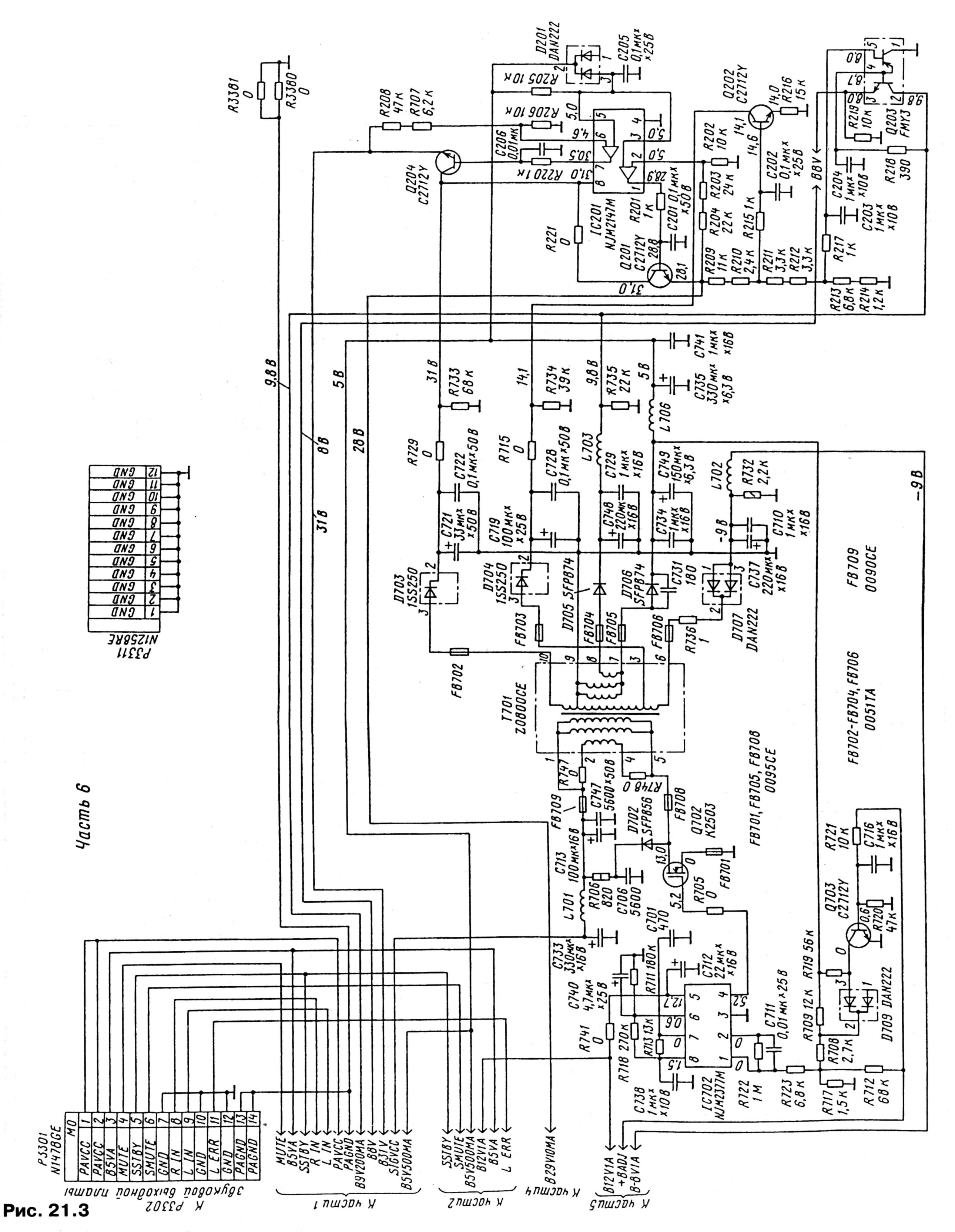


Рис. 21.3

(BA7046F). Выделенные ей синхроимпульсы CSYNC проходят на микроконтроллер управления IC2001, а импульсы HD — на аналоговый переключатель, выполненный на микросхеме IC2007 (TC4W53U). На последний поданы и синхронизирующие импульсы HSY с видеопроцессора IC801. В зависимости от состояния этого переключателя, управляемого сигналом HSYNC SW, поступающим с микроконтроллера управления I9 платы тюнера, на его выходе формируется сигнал OSD HD высокого или низкого уровня. Он попадает на тот же микроконтроллер I9 платы тюнера и управляет в нем работой устройств OSD и телетекста.

На микроконтроллер управления основной платы IC2001 с платы переключателей через контакты разъема P4004/P2003 проходят управляющие сигналы с клавиатуры передней панели SW4002—SW4004, SW4006—SW4008 и приемника ИК излучения RMC4002 (см. рис. 15 в предыдущих частях).

С микроконтроллером управления IC2001 (см. рис. 13) связаны микросхемы ЭППЗУ (EEPROM) IC2004 (BR24C08F) и сброса (RESET) IC2002 (PST529DM).

Сформированные видеопроцессором IC801 цифровые сигналы яркости, цветности и синхронизации поступают на большую (160 выводов) микросхему-контроллер IC1201 (IX3378CE), которой в основном и формируются цифровые сигналы управления ЖК панелью: R0—R5 — красного, G0—G5 — зеленого, B0—B5 — синего цвета и CK —синхронизации. Все они проходят на панель через контакты разъема SC1201 (LCD Source). Совместно с контроллером IC1201 работают микросхемы внешней памяти (FIFO) IC1202 (PD485505) и аналогового мультиплексора IC1205 (TC4052BF). Мультиплексированные сигналы GCK приходят на ЖК панель через контакт разъема SC1202 (LCD Gate).

Образцовое напряжение REV с контроллера IC1201 подано на устройство градуировки образцовых напряжений ЖК панели, выполненное на микросхемах IC1102—IC1104 (NJM4565V), IC1106—IC1108 (NJM4580V) и IC1105, IC1110 (BU4053V). На выходе устройства формируется пять постоянных образцовых напряжений (V0, V16, V32, V48, V64), поступающих на ЖК панель через контакты разъема SC1201 и используемых для формирования уровней напряжений строк и столбцов панели.

Микросхема ЦАП IC1101 (MB8346BV) создает десять постоянных уровней A01—A08, A010, A012, управляющих устройством градуировки образцовых напряжений, а сама микросхема IC1101, в свою очередь, управляется цифровыми сигналами DAC1 SC, MPDA и MPCLK, подаваемыми на нее с микроконтроллера IC2001. Последний формирует также сигнал CONTROL, управляющий контроллером ЖК панели IC1201.

На микросхеме IC 1109 (NJM353M) выполнено устройство общего управления строками и столбцами ЖК панели. Оно создает управляющие сигналы VCOM, CS COM и CS COM1, подаваемые через контакты разъемов SC1201 и SC1202 на панель. Постоянное напряжение A011 на одном из выходов ЦАП IC1101 обеспечивает режим по постоянному току (BIAS) устройства общего управления ЖК панелью.

Для получения переменных напряжений питания люминесцентных ламп устройства задней подсветки в ЖК панели телевизор имеет две одинаковые платы инверторов А и В. На них собраны преобразователи постоянного напряжения в переменное по схеме, показанной на **рис. 19** для инвертора А (обозначения элементов инвертора В отличаются только второй цифрой). Они представляют собой автогенераторы, работающие на частотах 30...65 кГц. Автогенераторы включают в себя по три (с параллельно соединенными первичными обмотками) импульсных трансформатора T6751—T6753 в инверторе А и T6555—T6557 в инверторе В (по числу используемых ламп) и по два высокочастотных транзистора Q6751, Q6752 на плате А и Q6551, Q6552 на плате В.

В момент подачи напряжения питания 13 В на повышающих (вторичных) обмотках всех трансформаторов появляются высоковольтные (свыше 1 кВ) импульсы, что обеспечивает начальную ионизацию разрядных промежутков ламп и лавинный пробой в них. После перехода автогенераторов в рабочий режим на вторичных обмотках трансформаторов создается переменное напряжение амплитудой не менее 300 В, которое поступает на так называемые «горячие» (LIGHT HOT) выводы всех ламп через контакты LH1—LH3 разъемов P6751 и P6551. «Холодные» (LIGHT COLD) выводы ламп (контакты LC1—LC3) подключены к звуковой плате (см. рис. 16 в предыдущем номере). На ней имеются детекторы ошибок ламп, выполненные на сборках полевых транзисторов Q3600—Q3602. Упрощенная схема подключения трех люминесцентных ламп HL1—HL3 к инвертору А и цепей на звуковой выходной плате изображена на **рис. 20**. Сигнал ошибки L ERR через контакт разъема P3302/P3301 (см. рис. 13) попадает на микроконтроллер управления IC2001, что обеспечивает кратковременный перевод телевизора в дежурный режим STBY. После пяти циклов включения/выключения ламп, если ошибка не устранилась, телевизор выключается.

Постоянное (DC) напряжение питания 13 В через контакты разъема P904/P901 (см. рис. 12 и 13) с платы тюнера проходит на основную плату, где находится источник питания — преобразователь постоянного напряжения в другие постоянные (DC/DC преобразователь), выполненный на ключевом полевом транзисторе Q702 (K2503), импульсном трансформаторе T701 и микросхеме ШИМ-контроллера IC702 (NJM2377M).

Источник питания формирует хорошо стабилизированные напряжения 3,3 В — микросхемой-стабилизатором IC752 (BA033FP), 5 В — микросхемой-стабилизатором IC751 (AN8005M) и транзисторами Q751, Q753, 31 В — транзистором Q204 с ОУ микросхемы IC201, 28 В — транзисторами Q201, Q202 со вторым ОУ микросхемы IC201 и 8 В — сдвоенными транзисторами разной структуры Q203, а также стабилизированные только за счет обратной связи на ШИМ-контроллер IC702 напряжения 5 и –8 В. Для выключения источника питания в дежурном режиме на DC/DC преобразователь приходит команда STBY с микроконтроллера управления IC2001.

Управление большинством устройств телевизора обеспечивается микроконтроллером управления IC2001 по цифровой шине I^2C (сигналы данных SDA и синхронизации SCL).

Остальные три части принципиальной схемы основной платы представлены на **рис. 21**.

(Окончание следует)

E-mail: tv@radio.ru
тел. 208-83-05

Сервисные меню радиоаппаратуры

М. РЯЗАНОВ, г. Москва

Фирма	Модель	Вход в сервисное меню. Выход из него Установки, снятие кодов (ключей) запрета и др.	Шасси, устройство (процессор)
	54AT-15SC	Удерживая кнопки (VOL-) и (CH+) на панели ТВ, включить ТВ сетевым тумблером. Выход — (POWER OFF)	5BS-A, ТВ
	VT-1428M, VT-2128M	Установить ТВ в дежурный режим и нажать на ПДУ кнопки в следующей последовательности (CH), (UP) в течение двух или более секунд и одновременно нажать на кнопку (POWER). Выход — (MENU)	ТВ
	14D-SC, 14B-SC, 20B-SC, 14D-CM, 21D-CK1, CV-2132CK1	На плате ТВ установить переключатель S1008 в позицию сервисного режима. Для выхода вернуть переключатель S1008 в прежнее положение	PAL-A, ТВ
	14R-SC/M8/M10, 14R-W, CV-14RU	То же , но переключатель — S1006	SP-70, ТВ
	25FN1, 29FN1	То же, но переключатель — S1001. Для вывода на экране поочередно режимов нажимать на кнопку (S-MODE) на ПДУ	SP-42M, ТВ (M37210M4-775SP)
	DV-5450SC, DV-5451S, DV-3760, DV-3750S	На блоке VIDEO соединить терминалы 2 и 6, то есть замкнуть вывод 5 процессора на общий провод. Нажать на кнопку (MODE) на ПДУ. Появится сообщение SERV. Затем удалить перемычку. Выбор регулировки — (CH-) и (CH+). Выход — (MODE)	S3B, ТВ (IX1492BMN1, IX1492BMZZ)
	DV-5460SC, DV-5461SC, DV5462SC	То же, но вывод 5 процессора соединен с общим проводом через резистор сопротивлением 100 Ом	4BS-A, ТВ (IX1492BMN3)
	DV-6340S, DV-7032S	То же. Выход — (POWER OFF)	4BS-C, ТВ (SAB8032)
	37/54AM-12SC, 37/54M-16SC, 37/54AM-23SC	Удерживая кнопки (VOL-) и (CH +) на панели ТВ, включить ТВ сетевым тумблером. Выход — (MODE)	5BS, ТВ (IX1572BMN0 , SDA20561-A529)
SHARP	63CS-03SC, 70CS-03SC, 70AS-05S	То же, но выход — (STAND BY)	SC, ТВ (SAB-C502)
	54DT-25SC, 54DT-26SC	То же, но выход — (MENU)	CA-1, ТВ(IX1655BMN1, IX1669BMN0, SDA5222)
	54DT-25SC	Снятие ключа. **Способ** 1: одновременно нажать на кнопку (VOL-) на ТВ и ключевую кнопку на ПДУ. **Способ** 2 (нецивилизованный): одновременно нажать на кнопки (звук минус) и (канал плюс), включить ТВ, будет сервис, кнопкой (канал плюс) добраться до NVM-memory, затем кнопкой (звук плюс) — до ячейки 4D и изменить ее на 00. Для выхода выключить ТВ с передней панели	
	DV-25071S	Нажать на кнопку S1401, расположенную в модуле RWB-B. Для выхода нажать на нее повторно	D3000, ТВ
	14/21JN1	Подать +5 В на вывод 37 процессора. Для выхода снять это напряжение и выключить ТВ	SP-51, ТВ
	DV-5935H	Установить перемычку между выводами 2 (корпус) и 6 (SV), расположенные на сигнальной плате ТВ. Включить ТВ и снять перемычку. Для выхода снова поставить перемычку, выключить ТВ и снять перемычку	BCTV-A, ТВ (SAB8032)
	DV-5101H, DV-5103H	То же, но для выхода нажать кнопку (SKIP) на ПДУ, выключить ТВ и снять перемычку	EURO-DS1, ТВ (CCU3000)
	CD-C471	Одновременно нажать на кнопки (REC.PAUSE), (CD), (POWER). На дисплее появится надпись CD TEST. Нажимая кнопку (MEMORY), можно включать режимы: лазер включен, проигрывание при выключенном сервоприводе, проигрывание при включенном сервоприводе, стоп. Кнопка (PLAY) выбирает треки проигрывания. В режиме STOP можно перемещать лазерную головку кнопками (<<), (>>). Для выхода выключить аппарат	Музыкальный центр
SIEMENS	FC202/204/206/210/212	Удерживая кнопку (i) на ПДУ, включить сетевой выключатель. Выход — (POWER OFF)	CM9300, ТВ (ZC8864P, ZC424701)

Продолжение. Начало см. в «Радио», 2003, № 4, 5, 7

E-mail: tv@radio.ru
тел. 208-83-05

Фирма	Модель	Вход в сервисное меню. Выход из него Установки, снятие кодов (ключей) запрета и др.	Шасси, устройство (процессор)
SIERA	SG1420N	Соединить вывод резистора 3608 (с меткой SERVIS) с общим проводом (установлен возле процессора управления). Включить ТВ сетевой кнопкой. В левом верхнем углу появится буква S. Меню вызывают нажатием на кнопку (OSD) на ПДУ. Кнопками (P+) и (P-) выбрать SIS OP и кнопками (V+) и (V-) установить значение 03 для включения системы PAL-SECAM, DK). Необходимо установить в ТВ фильтр на 38 МГц (вместо установленного) для нормального прохождения звука и цвета системы SECAM-DK, а также конденсатор емкостью 0,1...0,22 мкФ между выводом 38 микросхемы STV2246C и общим проводом. В основном меню выбрать нужную систему. Для выхода выключить ТВ с передней панели	ТВ (SAA5531PS/ M4/0329)
SHIVAKI		Войти в меню инсталляции кнопкой (INSTALL), нажать на ПДУ кнопки в следующей последовательности (4), (7), (2), (5). Отыскать в меню позицию ADJUST — все регулировки изменяют через нее. Для выхода выключить ТВ с передней панели	11AK19, ТВ
	STV1415	В течение четырех секунд нажать на ПДУ поочередно кнопки (VOL-), (Prog), (--), (TV). Параметры выбирают кнопками (PROGRAM UP), (PROGRAM DOWN), а изменяют их кнопками (VOL-), (VOL+). Для запоминания нажать на красную кнопку.Выход — (TV)	11AK20, ТВ
	STV1414/T, STV2110	Для входа нужен специальный сервисный пульт: нажать кнопку (SVC). Для выхода нажать ее повторно	DY300, DY321, ТВ
	STV2905	Нажать на кнопку (SERVICE) на ПДУ. На изображении появится экранный дисплей Line SVC. После этого нажать на кнопку (-/--) на ПДУ. Для выхода выключить ТВ с передней панели	DY-900, ТВ
	STV-2119	Последовательно на ПДУ нажать на кнопки (DISPLAY), (MUTE), (SLEEP), (FUZZY). Далее кнопкой (DISPLAY) регулируют геометрию и АРУ, а кнопкой (SLEEP) — баланс белого. Для выхода выключить ТВ с передней панели	H-501, ТВ
	STV-216 MULTI, STV-2129, CS-29A6HTR	Набрать (STAND BY), (MUTE), (MENU), (POWER ON). Для выхода выключить ТВ с передней панели	H-50V, MC-41A, ТВ
SELECO	21/25/28SS564	Замкнуть вывод 31 процессора C11 с общим проводом. Нажать кнопку (P/C) на ПДУ. Выход — (TELETEXT)	BS950, ТВ (SECO18A, SECO19, SE8800UP)
SEG	CT7800	Ввести с ПДУ (MENU), (INSTALL), (4), (7), (2), (5). Для выхода выключить ТВ с передней панели	ТВ
SERINO	STV2820	При случайном активировании кода доступа к ТВ сбросить его можно долговременным (1,5 мин) нажатием на (VOL–)	ТВ
SCHNEINDER-POLCOLOR	STV6550	Нажать одновременно на кнопку (S) на ТВ и (C) на ПДУ. Выход — (TV)	DIGIT2000, ТВ (CCU2070)
	DIGITECH-300	Нажать на голубую и красную кнопки на ПДУ и сразу нажать на кнопки (P-), (VOL+) на ТВ. Выход — (END)	DTV-3, DTV-4, ТВ (CCU3001)
	TV4 — TV8	С любого ПДУ стандарта RC-5 подать команду (TV), хотя она аналогична команде со своего ПДУ при нажатии красной и синей кнопок. Для выхода выключить ТВ с передней панели	ТВ
SONY	KV-S2941A, KV-2551, KV-S29JN1/MN1/SN1, KV-S34JN1/MN1/SN1, KR-S4613, KV-B2911, KV-B2912V, KV-B2913E, KV-S2951KR, KV-29K1R, KV-S2920, KV-S2921, KV-S2922, KV-S2923/25T1R, KV-S2941, KV-S2942U, KV-S2943E, KV-29E1R, KV-X2560, KV-S2952, KV-S2953	Включить ТВ, одновременно нажимая кнопки (P+) и (P-) на передней панели. На экране появится сообщение TT_. Нажать на кнопку (MENU). Выход — (POWER OFF)	AE-2, AE-2A, AE-2B, AP-2, AE-2F, AE-3, ТВ (SDA30C162, SDA30C164)
	KV-G21, KV-T21M	Нажать на ПДУ сочетание кнопок 1(UP), 4(DOWN), выбрать регулируемые параметры. Нажать на кнопку (MUTE) для вызова экрана WRITE (зеленый), нажать на кнопку (0) для ввода в память. Для выхода нажать два раза на кнопку (POWER OFF)	BG-1S, ТВ (CXP85116B-621S)

E-mail: tv@radio.ru тел. 208-83-05

Фирма	Модель	Вход в сервисное меню. Выход из него Установки, снятие кодов (ключей) запрета и др.	Шасси, устройство (процессор)
SONY	KV-M1440, KV-M2171, KV-M2181, KV-M2101, KV-2170, KV-2180, KV-2540, KV-25X1, KV-29X1, KV-24WS1, KV-24WS2, KV-25C1, KV-T25MF1, KV-14V5, KV-S29RN1/34RN1, 25M1K, KV-16WT1, KV-C2173, KV-C2171, KV-2501, KV-C2503, KV-C2508, KV-C2509, KV-21T10R, KV-21C4, KV-21X4, KV29F3A, KV-G25T1, KV-X2901, KV-X2900B, KV-X2903E, KV-X2002U, KV-29X5A, KV-29FX11A, KV-C2901, KV-C2903, KV-C2908, KV-C2909, KV-29X1, KV-V5D, KV-14V6, KV-14V5, KV-M2171, KV-M2181KR, KV-16WT1A/K/R/U	Перевести ТВ в дежурный режим, на ПДУ нажать на кнопки (?), (5), (+ VOL), (TV). Выход — (POWER OFF)	BE4, BE-4A, BE-3B, BE-3D, BE-3C, G1, BE-5, FE-1, ТВ (CXP85340A, SAA5290, SDA5250)
	KV-S2941, KV-S2942, KV-S2943	Нажать два раза кнопку (POWER) на ПДУ. Для выхода выключить ТВ с передней панели	AE-2F, ТВ (SDA30C162GEG)
	KV-25/29K1, KV-28FD1E/K, KV32FD1, KV-29C3	Удерживая нажатыми кнопки (PROG +) и (PROG -) на передней панели ТВ, включить сетевой переключатель. Выход — (POWER OFF)	AE-4, GE-1, ТВ (SDA30C164)
	KV-25K1R, KV-29K1R	**Широкоформатные и многие другие модели**. Взять ПДУ типа Sony — RM-862 и вскрыть его. В верхней части ПДУ, около переключателя, предусмотрено место для перемычек, левее, под переключателем, имеется перемычка. Если коснуться проводом этой перемычки и контакта кнопки (MENU) один раз, ТВ войдет во временный тестовый режим и в правом верхнем углу экрана появится T--. Если нажать два раза, включится постоянный тестовый режим и в правом верхнем углу экрана будет TT--. Нажать на кнопку (MENU) два раза и возникнет сервисное меню. **СОВЕТЫ**: 1. Не выключать то, что не понятно. 2. Не включать то, что физически отсутствует в ТВ. 3. Не трогать в "Deflect. cont. TDA9361 "пункт HDE, иначе ТВ выйдет из строя. Для выхода выключить ТВ с передней панели	
	KV-G21M1	Находясь в режиме STAND BY, с ПДУ подать команды (On Screen Display), (5), (Vol+), (Power). Для выхода нажать два раза кнопку (POWER)	ТВ (CXP85116B)
SONOLOR	5552, 6352, 6363, 6372, 6383, 7163, 7172, 7183, 63SN601	Ввести с ПДУ команды (-/--), (MENU), (TV) за одну секунду. Выход — (POWER OFF)	EUROSTEREO-2, ТВ (NES3AR01/02, NES2-2R01/4R01)
SUPRA	STV2091W	Требуется универсальный ПДУ типа RZ-66 (AV-8): код 159. Назначение кнопок: (Mute) — меню, (F) — в обычном режиме общий сброс („сбиваются" все настройки), (G) — вход в сервисный режим, (F) — выйти из режима (установки сохраняются), (E) — в сервисном режиме включает режим Heat Run (ей же — выход из последнего)	ТВ
TAU	CT34WX50	Нажать на кнопку (VOL-) на ТВ и быстро на кнопку (INFO) на ПДУ три раза. Для выхода выключить ТВ с передней панели	ТВ
TELEFUNKEN	BS920D\DP	Удерживая кнопку (SOUND MUTE) на ПДУ, включить сетевой выключатель и держать примерно 10 с. Для выхода нажать и удерживать (SOUND MUTE) на ПДУ	619A, 619A-2, ТВ (CCU3000)
		Нажать на кнопки (P), (VOL) и включить сетевой выключатель. Удерживать кнопки до отображения букв SS на индикаторе. Выход — (POWER OFF)	618, ТВ (HD404018)
TELESTAR	6855, 6870	Включить ТВ. Одновременно нажать на кнопку (SUB-PAGE) на ПДУ и (VOLUME-DOWN) на панели ТВ. **Установки**: OptByte1: 0 — PalB/G, 1 — PalD/K, 7 — SecB/G. OptByte2: 0 — SecD/K. OptByte3: 7 — Hotel. Выход — (TV)	PT-92, ТВ (TDA935x/6x/8x)

(Окончание следует)

E-mail: tv@radio.ru
тел. 208-83-05

Трехполосный громкоговоритель с головкой W21EX 001

С. БАТЬ, г. Москва

Очередная конструкция С. Батя представляет интерес для желающих изготовить акустическую систему самостоятельно. Этот громкоговоритель можно использовать как в классической двухканальной, так и в многоканальной АС домашнего театра, где используется отдельный сабвуфер. Относительно малый разброс параметров использованных головок позволяет рассчитывать на возможность успешного повторения конструкции в любительских условиях.

Целью разработки описываемой конструкции было создание пригодного для повторения в любительских условиях громкоговорителя относительно небольшого размера с высокими электроакустическими характеристиками. При выборе динамических головок учитывались их электроакустические параметры, а также опыт конструирования нескольких громкоговорителей, разработанных автором ранее. Для низких частот выбрана динамическая головка SEAS W21EX 001. К началу разработки имелся положительный опыт использования W21EX 001 в двухполосном громкоговорителе закрытого типа, который обеспечивал достаточно высокое качество воспроизведения низких частот. Для средних частот выбрана головка SEAS H143 с бумажным диффузором, для высоких частот — PEERLESS 810665 без магнитной жидкости, с куполом из пропитанной ткани.

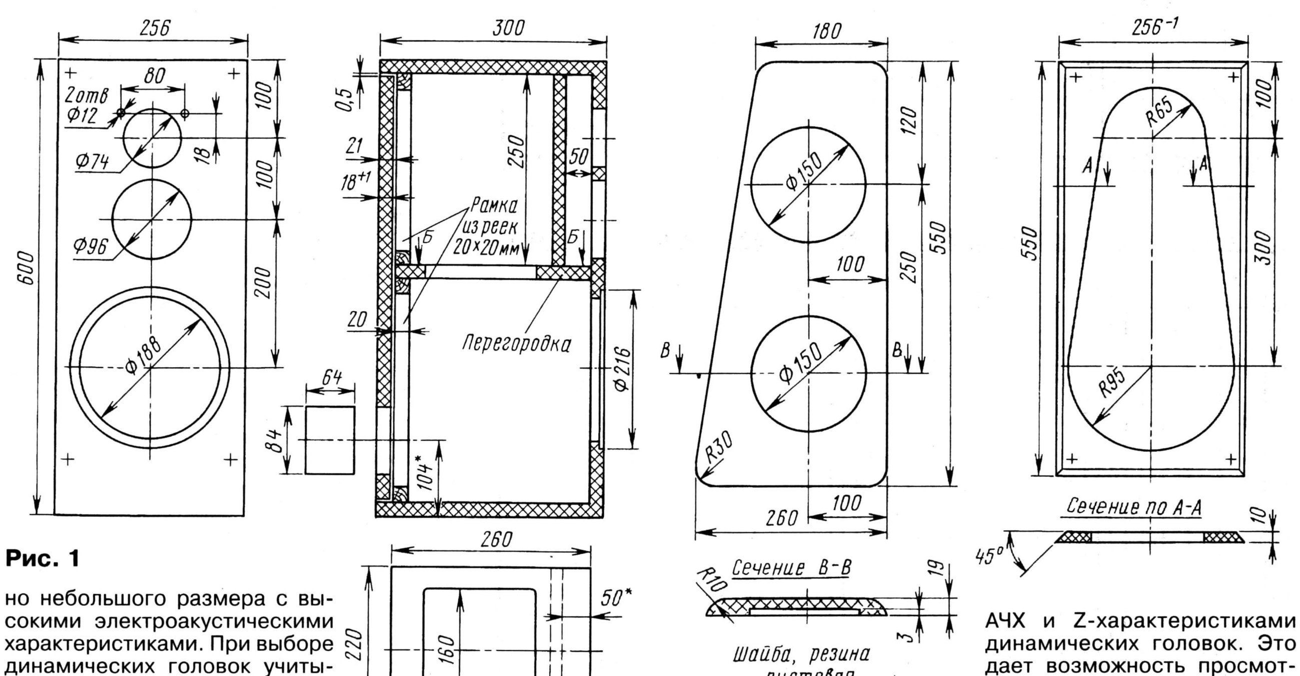


Рис. 1

Чертеж корпуса громкоговорителя показан на **рис. 1**. Корпус имеет полезный объем 28 л для головки НЧ и 2,7 л — для головки СЧ. Эти объемы заполнены синтепоном низкой плотности. С целью снижения вибраций внутренняя поверхность корпуса покрыта гидростеклоизолом.

Для дополнительного демпфирования боковых стенок использованы накладки. В накладках имеются круглые выборки, в которые вложены резиновые шайбы, по толщине превышающие глубину выборок на 0,5 мм. Накладки прикрепляют к боковым стенкам винтами-саморезами. По мере прижима накладок происходит деформация шайб, и они плотно прилегают к боковой стенке корпуса.

Наружная поверхность корпуса оклеена шпоном вишни, накладки покрашены черной акриловой краской. Темные накладки на фоне светлого шпона подчеркивают форму конструкции, придавая корпусу более гармоничный внешний вид. Фото громкоговорителя показано на обложке предыдущего номера журнала (№ 7 за 2003 г.).

Описанию кроссовера целесообразно уделить особое внимание, поскольку он является важным узлом трехполосного громкоговорителя.

Начнем с уточнения некоторых понятий. Интервал частот, в котором обе головки участвуют в формировании результирующей АЧХ по звуковому давлению, является областью совместного излучения динамических головок, и частота раздела расположена внутри этой области. При симметричных спадах АЧХ по звуковому давлению частота раздела может быть вычислена как среднее геометрическое значение частот, определяющих границы области совместного излучения. Зависимости модуля полного сопротивления от частоты динамических головок и громкоговорителя для краткости (ввиду частого упоминания) будем называть Z-характеристиками.

При разработке кроссовера ставилось целью обеспечить получение минимальной неравномерности АЧХ громкоговорителя по звуковому давлению. Для моделирования кроссовера использована программа LEAP, которая позволяет работать с измеренными АЧХ и Z-характеристиками динамических головок. Это дает возможность просмотреть предварительно работу разных схем фильтров, получая достаточно наглядные результаты, и выбрать для реализации наиболее приемлемый вариант. Программа LEAP имеет оптимизатор, позволяющий в автоматическом режиме рассчитать любой элемент фильтра по заданному критерию (например, по минимальной неравномерности АЧХ в заданном интервале частот).

Исходными данными для разработки кроссовера являются АЧХ чувствительности и Z-характеристики динамических головок. Все эти характеристики измеряются в корпусе громкоговорителя после настройки акустического оформления. Для выбора оптимальных частот раздела были проведены измерения АЧХ всех головок с помощью микрофона, расположенного вдоль оси головки на расстоянии 0,5 м, а результаты усреднены в интервалах 0,2 октавы. Z-характеристики измерены в режиме генератора тока. Определим ориентировочно частоты раздела на основе анализа АЧХ динамических головок.

E-mail: audio@radio.ru
тел. 208-83-05

АЧХ головки НЧ (**рис. 2**) имеет неравномерность 3 дБ в диапазоне частот 60...500 Гц; дальше с увеличением частоты следует подъем с максимумом на частоте 1,3 кГц. Такой характер АЧХ не является проблемой, поскольку в трехполосном громкоговорителе можно использовать головку НЧ в диапазоне частот не выше 600 Гц, где неравномерность АЧХ достаточно мала.

АЧХ головки СЧ (**рис. 3**) в диапазоне частот 600...4000 Гц имеет неравномерность 4 дБ. Неравномерность АЧХ характеризуется подъемом на частоте 1 кГц и провалом в диапазоне от 1,5 до 3 кГц. При разработке фильтров кроссовера желательно уменьшить неравномерность АЧХ головки СЧ. Для этого желательно выбрать частоту раздела недалеко от провала в ее АЧХ. Выберем частоту раздела равной 3 кГц и проверим, как это согласуется с параметрами головки ВЧ.



Рис. 2

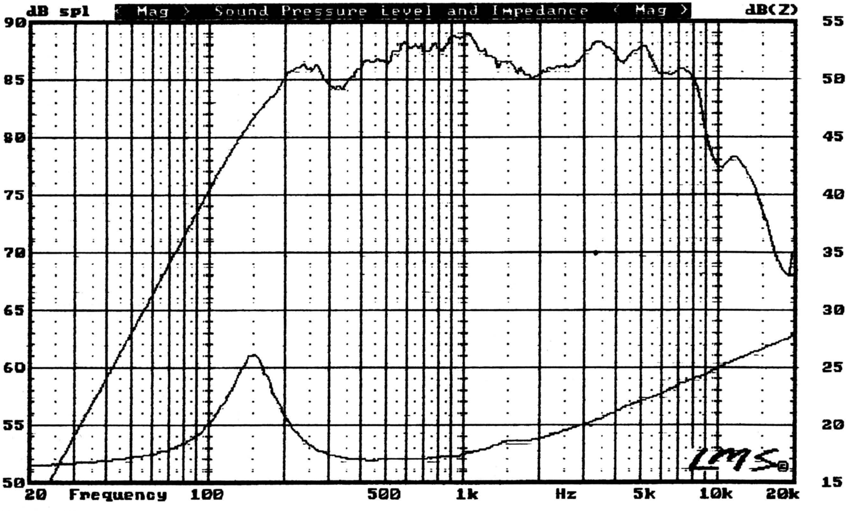


Рис. 3

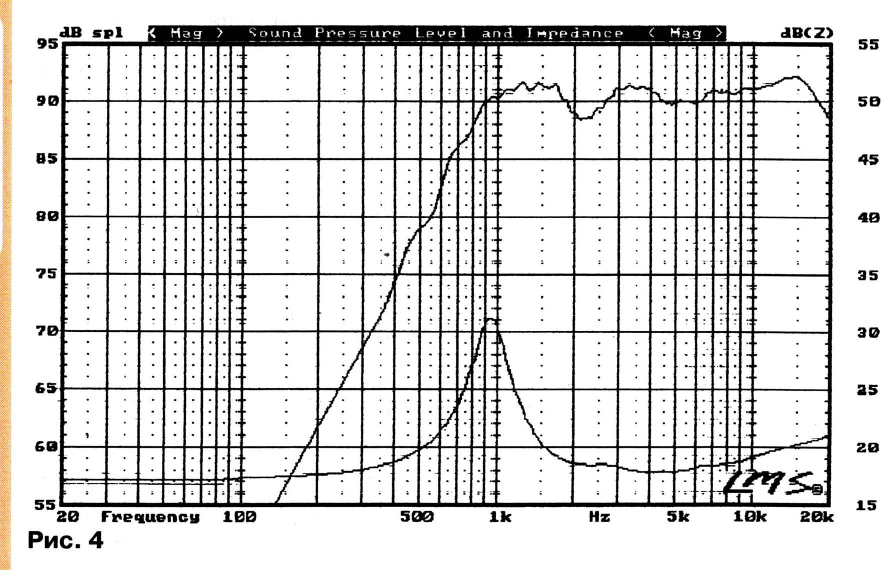


Рис. 4

АЧХ этой головки (**рис. 4**) в диапазоне 3...20 кГц имеет неравномерность 3 дБ, а резонансная частота — около 950 Гц. При разработке фильтра необходимо учесть, что для защиты головки ВЧ от перегрузки средними частотами придется обеспечить ослабление сигнала на частоте 950 Гц не меньше 20 дБ. При частоте раздела 3 кГц необходимое ослабление можно обеспечить с помощью ФВЧ третьего порядка.

Схема кроссовера показана на **рис. 5**. Сигналы НЧ поступают на динамическую головку W21EX001 через ФНЧ второго порядка L4C7, обеспечивающий спад АЧХ по звуковому давлению 3 дБ на частоте 500 Гц. Цепь R5C8 компенсирует увеличение полного сопротивления головки с ростом частоты. Симметричный спад АЧХ головки СЧ формирует ФВЧ первого порядка, в котором работает конденсатор C3.

Использование фильтра первого порядка при требуемом спаде АЧХ с наклоном 12 дБ на октаву оказалось возможным из-за того, что начало естественного спада АЧХ головки СЧ оказалось близким к частоте раздела. Формирование спада АЧХ произошло как результат взаимодействия передаточной характеристики фильтра и естественного спада АЧХ головки СЧ. Резонансный пик на Z-характеристике этой головки скомпенсирован последовательным контуром L3C6R4. Элементы R3 и C5 компенсируют увеличение сопротивления головки СЧ с ростом частоты. В компенсирующем контуре R4 подбирается так, чтобы в сумме активное сопротивление катушки индуктивности и резистора R4 составило 9 Ом.

На **рис. 6** показаны результаты компенсации нелинейности, присущей Z-характеристике головки СЧ. Фильтр низких частот второго порядка L2C4 формирует спад АЧХ головки СЧ, который начинается с 2,5 кГц.

Совместно с головкой ВЧ работает ФВЧ третьего порядка, который на частоте 2,5 кГц обеспечивает ослабление 5 дБ. Делитель R1R2 согласует головку ВЧ по уровню звукового давления с головками СЧ и НЧ.

Параметры элементов кроссовера подобраны с помощью оптимизатора программы LEAP по критерию минимальной неравномерности АЧХ громкоговорителя по звуковому давлению.

На **рис. 7** показаны АЧХ динамических головок, работающих совместно с фильтрами, и результирующая АЧХ громкоговорителя. Для наглядности уровень АЧХ динамических головок уменьшен на 1 дБ.

Область совместного излучения головок НЧ и СЧ находится в интервале 400...900 Гц, располагаясь симметрич-

E-mail: audio@radio.ru
тел. 208-83-05

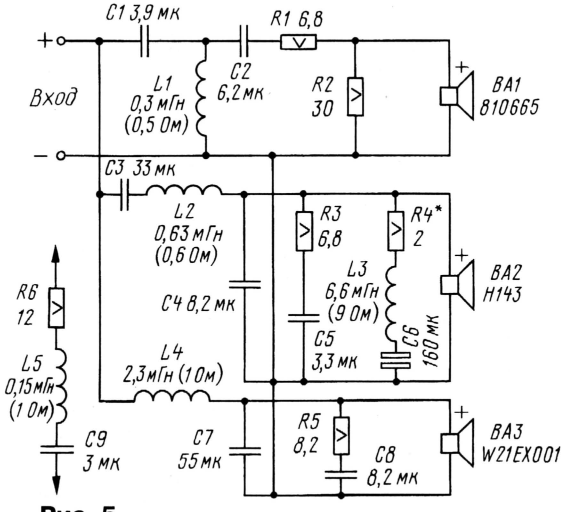


Рис. 5

Катушка	Индуктивность, мГн (сопротивление, Ом)	D, мм	H=T, мм	N	d, мм
L1	0,3 (0,5)	20	10	110	0,7
L2	0,63 (0,6)	22	12	150	0,7
L3	6,6 (9)	26	14	435	0.5
L4	2,3 (1)	36	20	216	1,0
L5	0,15 (1)	16	8	84	0,5

но относительно 600 Гц. Их АЧХ по звуковому давлению пересекаются на частоте 550 Гц. Область совместного излучения головок СЧ и ВЧ лежит в интервале 2,5...4 кГц, располагаясь симметрично относительно 3,16 кГц. АЧХ по звуковому давлению головок СЧ и ВЧ пересекаются на частоте 2,9 кГц. На **рис. 8** показаны передаточные характеристики фильтров. Рассмотрим их характерные особенности.

Фильтр, работающий совместно с головкой НЧ, создает небольшой спад в области низких частот. Спад начинается с 50 Гц и на 20 Гц составляет 1 дБ. Так сказывается влияние изменения полного сопротивления головки НЧ: полное сопротивление уменьшается с 30 до 8 Ом при изменении частоты с 50 до 20 Гц.

Фильтр для головки СЧ используется помимо ограничения полосы рабочих частот и для корректировки АЧХ по звуковому давлению, в связи с этим его передаточная характеристика в полосе прозрачности практически не имеет плоского участка. В результате в полосе частот 1...3 кГц неравномерность АЧХ громкоговорителя составляет 1,5 дБ, тогда как головка СЧ в этом диапазоне имеет неравномерность АЧХ 4 дБ.

Фильтр, защищающий головку ВЧ от внеполосных низкочастотных сигналов, обеспечивает на частоте 950 Гц ослабление 24 дБ.

В кроссовере используются металлопленочные керамические резисторы на мощность 5 Вт. Конденсаторы С1, С2, С4 — с полипропиленовым диэлектриком на рабочее напряжение 250 В фирмы Solen. Конденсаторы С3, С5, С7, С8 — пленочные с лавсановым диэлектриком (МКТ axial) на рабочее напряжение 160 В. С6 — неполярный оксидный конденсатор Jamicon на рабочее напряжение 35 В.

Катушки индуктивности намотаны на каркасах, изготовленных из оргстекла. На схеме указаны максимально допустимые значения активных сопротивлений катушек индуктивности. Намоточные данные катушек сведены в **таблицу**. В ней приняты следующие обозначения: D — диаметр каркаса; H — высота намотки; T — ширина намотки; N — число витков; d — диаметр провода.

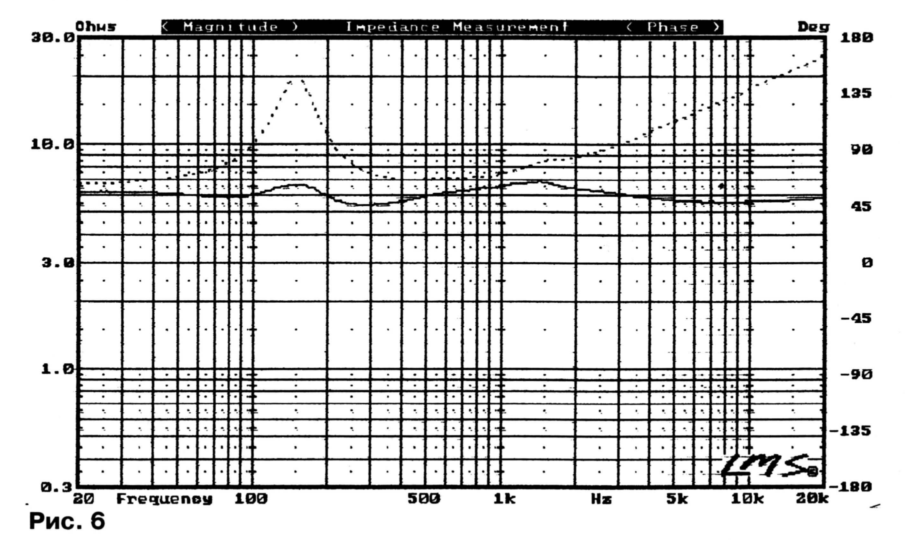


Рис. 6

На **рис. 9** показана Z-характеристика громкоговорителя. Минимальное значение модуля полного сопротивления громкоговорителя составляет 4,3 Ом на частоте 300 Гц. Выше частоты 3 кГц происходит увеличение сопротивления, достигая максимума 18 Ом на частоте 7 кГц. Этот рост полного сопротивления может привести к подчеркнутому воспроизведению высоких частот при работе громкоговорителя с ламповым усилителем, имеющим повышенное выходное сопротивление. Для компенсации подъема параллельно входным клеммам громкоговорителя можно включить последовательный контур R6L5C9 (см. рис. 5). Z-характеристика с компенсацией подъема показана на **рис. 10**.

Любители сокращать число элементов кроссовера могут исключить компенсацию резонансного пика головки СЧ. На **рис. 11** показано изменение АЧХ по звуковому давлению этой головки, которое получается в результате исключения компенсирующего контура R4L3C6. Без компенсации на уровне 12 дБ спад АЧХ приобретает небольшую «полку» в диапазоне 150...300 Гц. Изменение спада АЧХ происходит в основном за пределами

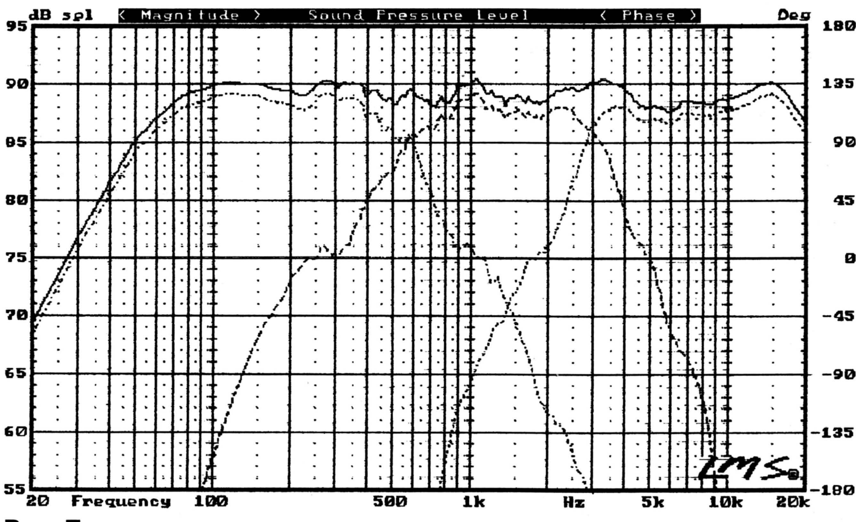


Рис. 7

E-mail: audio@radio.ru
тел. 208-83-05

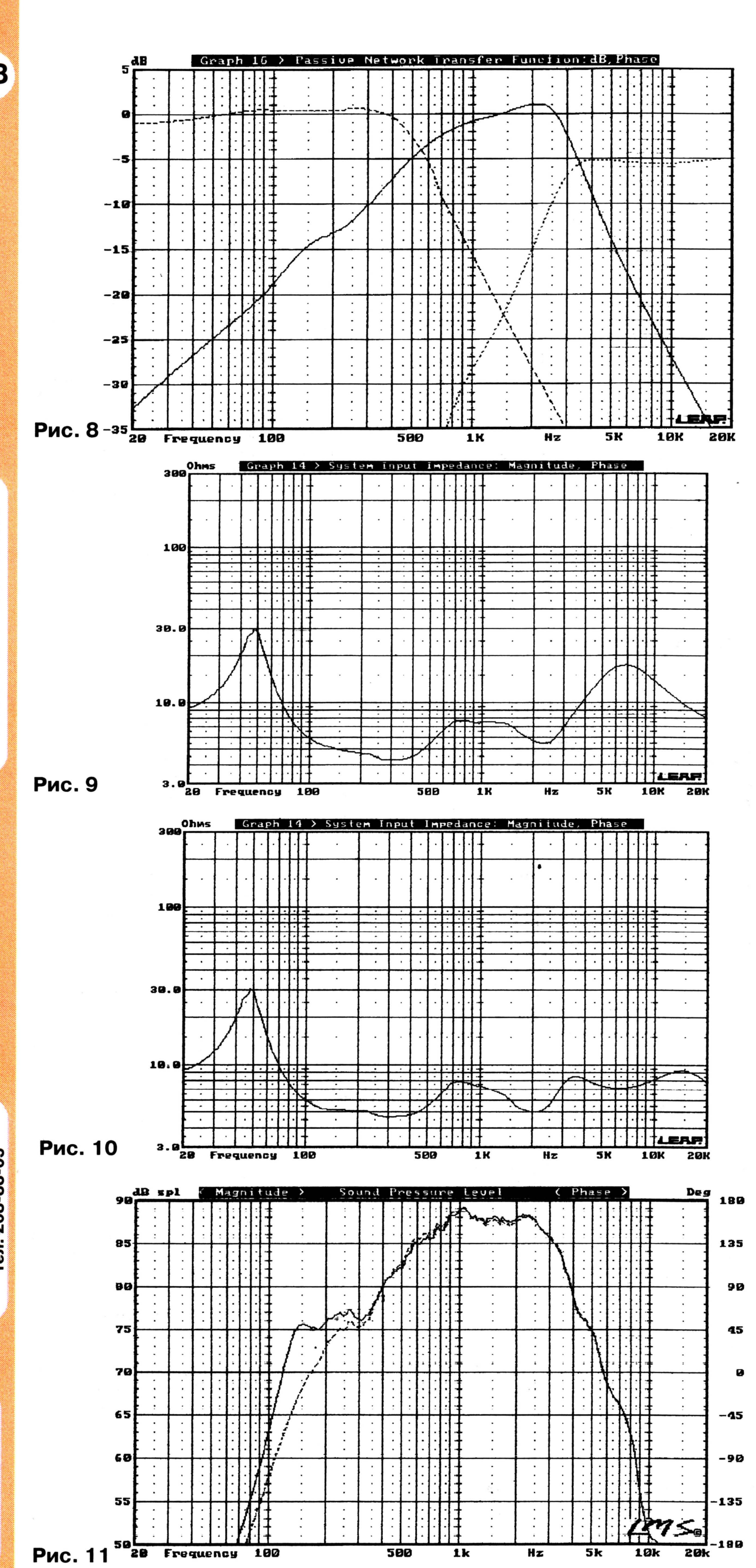


Рис. 8

Рис. 9

Рис. 10

Рис. 11

области взаимного излучения и не приводит к заметным изменениям АЧХ громкоговорителя. На слух с трудом удается заметить некоторое ухудшение звучания, связанное с исключением компенсирующего контура.

Прослушивание громкоговорителя проводилось с транзисторным усилителем мощности. Все участвовавшие в прослушивании дали положительные отзывы, отметив хорошую артикуляцию басов и нейтральное звучание на средних и высоких частотах. Звучание громкоговорителя на низких частотах было признано адекватным его размерам, но недостаточным для высококачественного воспроизведения программ, где существенную роль играют частоты ниже 60 Гц. Расширить частотный диапазон громкоговорителя вниз до 35 Гц можно введением фазоинвертора для динамической головки W21EX 001. ■

Ламповый УМЗЧ с трансформаторами от телевизора

А. ДМИТРИЕВ, г. Подольск Московской обл.

При изготовлении радиолюбителями конструкций с трансформаторами одной из проблем бывает их намотка. В этой статье автор рекомендует использовать готовые трансформаторы от старых телевизоров, из которых для описываемой здесь конструкции также можно изъять конденсаторы, дроссель, динамические головки. Эти детали обретут вторую жизнь.

У радиолюбителей, пожелавших собрать ламповый УМЗЧ, возникает проблема, зачастую непреодолимая для начинающих, — необходимость изготовления выходного трансформатора. Большая трудоемкость этой работы, отсутствие нужных обмоточных проводов или требуемого магнитопровода часто отпугивают радиолюбителей. Между тем в качестве выходного трансформатора с успехом можно использовать некоторые трансформаторы промышленного изготовления. К примеру, сетевой трансформатор ТС-200-2 от черно-белого телевизора «Чайка» или «Темп-209» можно использовать и в качестве выходного, причем без всяких переделок в нем.

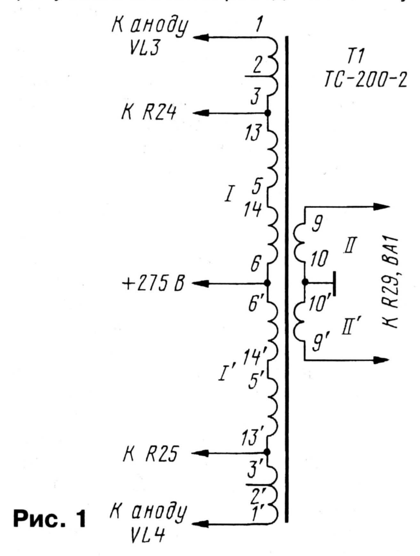


Рис. 1

Единственное, что требуется, — распаять гибкие выводы вторичной обмотки (это выводы 13, 14 и 13', 14') и спаять их согласно схеме на **рис. 1**. Качество звучания УМЗЧ, собранного по «классической» схеме с двухтактным оконечным каскадом на лампах 6П14П и таким трансформатором, превзошло все ожидания. Номинальная выходная мощность этого лампового усилителя на нагрузке 4 Ом достигает 6 Вт на канал. Это, конечно, немного, но для жилых помещений более чем достаточно. К тому же главное не мощность, а естественность звучания.

Схема подобного УМЗЧ показана на **рис. 2**. Устройство имеет некоторые особенности: отсутствие общей отрицательной обратной связи, охватывающей весь усилитель, увеличенные сопротивления сеточных резисторов R7, R13—R15, что снижает нагрузку на предыдущий каскад и уменьшает нелинейные искажения.

Сигнал поступает на вход через регулятор тембра высоких частот R1C1 и регулятор громкости R2. Триод лампы VL1.1 имеет разделенную нагрузку из резисторов R4+R5 и R6, с которых снимаются противоположные по фазе напряжения, необходимые для работы двухтактного каскада. Правый по схеме триод лампы VL1.2 используется в первом каскаде второго канала стереоусилителя. Пара триодов VL2 образует предусилитель для получения необходимой амплитуды сигналов для «раскачки» мощного каскада. Небольшая нелинейность усиления этого парафазного каскада успешно компенсируется по четным гармоникам при суммировании сигнала в выходном трансформаторе УМЗЧ.

Выходной каскад УМЗЧ работает в ультралинейном режиме: экранные сетки мощных пентодов подключены к отводам первичной обмотки выходного трансформатора для образования местной ООС. Эта обратная связь, наряду с уменьшением нелинейных и частотных искажений, снижает и выходное сопротивление каскада, улучшая демпфирование громкоговорителя. Подстроечный резистор R20 в цепи катодов служит для выравнивания токов ламп VL3, VL4. Минимизация искажений достигается подстройкой баланса резистором R5 и подбором пар ламп.

Качество звуковоспроизведения с таким выходным трансформатором оценивается весьма хорошим как на средних, так и на высоких частотах. Автор испытывал широкополосность УМЗЧ сигналом прямоугольной формы. Характерный для ламповых усилителей завал фронтов импульсного сигнала наблюдался только на самых верхних (15...20 кГц) частотах и был незначителен, что говорит о хорошей частотной характеристике этого УМЗЧ.

Несколько слов о конструкции и налаживании усилителя. Он собран на панели из фольгированного стеклотекстолита толщиной 3 мм. Фольга используется только как экран и соединяется с общим проводом возле входа УМЗЧ. Монтаж усилителя навесной, на одноконтактных монтажных стойках. В отличие от печатного монтажа, он часто позволяет получить меньшие паразитные емкости и снижает вероятность нежелательных емкостных связей между каскадами. Монтажная схема не приводится; навесной монтаж проще, и любой радиолюбитель может разработать его сам в зависимости от имеющихся деталей.

В качестве монтажных стоек можно использовать кусочки фольгированного текстолита размерами до 10×10 мм, приклеенные к несущей панели, а в качестве общего провода и шины питания — полоски из этого материала. Провода накала ламп обязательно нужно перевить.

Лампы VL1 и VL2 желательно подобрать по минимуму уровня шумов, а лампы VL3 и VL4 должны быть близки по своим параметрам. Если взять новые лампы из одной партии, часто этого бывает достаточно, и подбор пар не требуется. Разделительные конденсаторы C2 — низковольтные пленочные (не керамические), C5, C7, C8, C10 — с органическим диэлектриком, например, бумажные К40У-9, полипропиленовые К78-2 либо

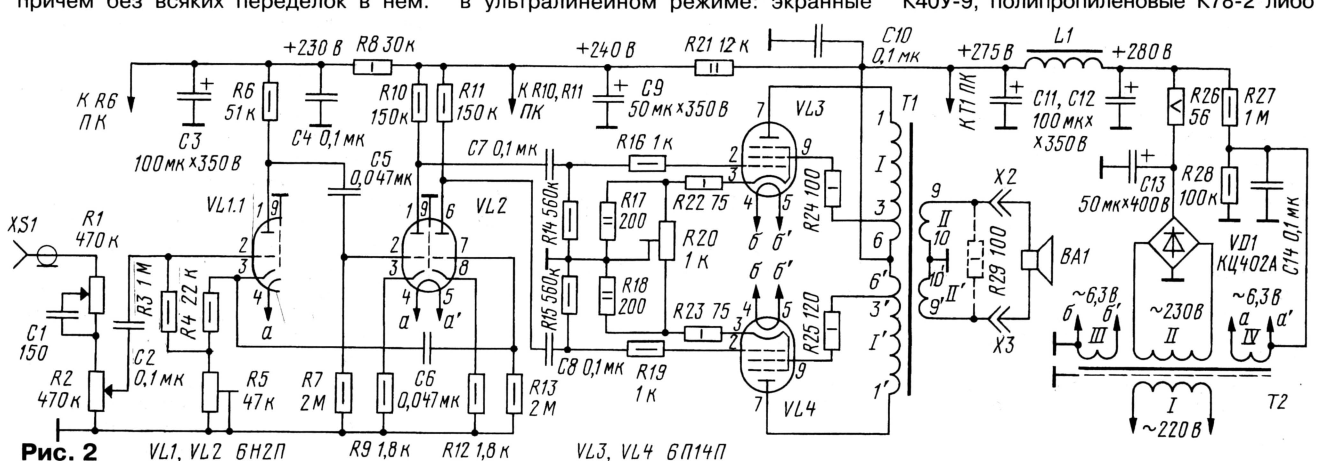


Рис. 2

полиэтилентерефталатные К73-9 на рабочее напряжение не ниже 400 В. Оксидные конденсаторы — К50-32 или импортные (Jamicon и аналогичные). Резисторы — С2-23 или аналогичные. Резисторы и конденсаторы, стоящие в разных плечах УМЗЧ и выполняющие одинаковые функции, желательно подобрать попарно с разбросом не более 2 %.

В качестве сетевого трансформатора Т2 и дросселя L1 блока питания усилителя подходят соответствующие изделия практически от любого лампового телевизора.

Налаживание УМЗЧ сводится к проверке режимов ламп (см. **таблицу**) и балансировке оконечного каскада. Установив движок регулятора громкости в нижнем по схеме положении, между анодами ламп VL3 и VL4 включают вольтметр постоянного тока и подстройкой режима резистором R20 добиваются нулевого значения напряжения.

Лампа	U_A, В	U_K, В
VL1	+220	+5
VL2	+145	+1,2
VL3, VL4	+270	+8

Затем к выходу УМЗЧ подключают нагрузку или ее эквивалент (мощный резистор сопротивлением 4 Ом) и осциллограф. Подав на вход сигнал частотой 1000 Гц от генератора ЗЧ, резистором R5 добиваются симметричного ограничения сигнала на выходе при небольшой перегрузке. Следует помнить, что без подключенной нагрузки подавать сигнал на вход усилителя нельзя.

Выходную мощность такого усилителя можно повысить, применив в выходном каскаде более мощные лампы (например, 6П3С, ГУ-50) с соответствующим изменением режимов. ■

УМЗЧ с малыми интермодуляционными искажениями

Я. ТОКАРЕВ, г. Москва

В статье подробно описана схемотехника усилителя, при которой достижимы малые интермодуляционные и динамические искажения в широкой полосе частот. В процессе отработки устройства автор уделял большое внимание и слуховой экспертизе. Эта конструкция автора, как и его УМЗЧ на полевых транзисторах, описанный в «Радио» № 8 за 2002 г., также обеспечивает высокую верность звуковоспроизведения.

В конструировании высококачественных УМЗЧ с общей ООС многие неудачи вызваны недооценкой требуемого от УМЗЧ быстродействия, а также неоптимальным выбором частотной коррекции. Под термином «быстродействие» здесь подразумевается не столько широкая полоса пропускания усилителя, сколько время задержки сигнала внутри контура ООС (это не совсем одно и то же). В предлагаемом здесь УМЗЧ число каскадов, находящихся в контуре общей ООС, сведено к минимуму. Особенностью устройства является управление выходным повторителем от источника тока, что позволило практически полностью устранить «ступеньку».

Схема усилителя практически симметрична (**рис. 1**). Основным преимуществом «вертикальной симметрии» является повышенная линейность, достигаемая за счет трех основных факторов [1]:

— компенсация входного тока и нелинейностей первого каскада;

— идентичные условия возбуждения обоих плеч выходного каскада;

— компенсация нечетных гармонических искажений.

В УМЗЧ используется раздельное питание каскадов, причем выходной каскад питается пониженным напряжением. Такой подход хорошо себя зарекомендовал в усилителях промышленного производства. Основные его преимущества следующие:

— дополнительная развязка по питанию сильноточной и слаботочной цепей УМЗЧ;

— снижение рассеиваемой мощности транзисторами выходного каскада;

— повышение исходной линейности УМЗЧ.

Последний пункт нуждается в дополнительном разъяснении. Линейность улучшается за счет следующих факторов. В УМЗЧ с общим питанием (предварительные и оконечные каскады питаются от общих выпрямителей) на пиках выходной мощности транзисторы усилителя напряжения входят в насыщение и/или ограничение гораздо раньше, чем выходной повторитель, на котором в таком случае только бесполезно расходуется мощность. В предлагаемом варианте усилитель напряжения имеет достаточный запас линейности по амплитуде и фазе из-за того, что питается повышенным напряжением. В этом случае выходной каскад работает с меньшими перегрузками по мощности и его линейность также возрастает.

Технические характеристики

Номинальная выходная мощность на нагрузке 4 Ом, Вт 100
Входное сопротивление, кОм 10
Входное напряжение, В 0,57
Коэффициент усиления, дБ 30
Полоса частот при неравномерности АЧХ 0,5 дБ (при $P_{вых}$=100 Вт без фильтров), Гц . . . . .2...800000
Частота единичного усиления, МГц . .10
Глубина ООС на частоте 20 кГц, дБ . .40
Ток покоя, мА 100
Коэффициент интермодуляционных искажений (при $P_{вых}$=100 Вт на частотах 20+21 кГц), % 0,003
Отношение сигнал/шум в полосе до 30 кГц, дБ, не менее .102

Входной сигнал поступает на ФНЧ R2C1 с частотой среза 160 кГц и далее поступает на вход парафазного дифференциального усилителя, выполненного на транзисторах VT1, VT2 и VT3, VT4. На транзисторах VT5, VT6 выполнены генераторы тока. Их питание осуществляется напряжением с фильтрацией пульсаций стабилитронами VD1, VD2. Танталовые конденсаторы С2, С3 блокируют шумы, создаваемые стабилитронами. Применение высокочастотных полевых транзисторов в генераторах тока не только упрощает устройство, но и сводит к минимуму проявления нелинейностей.

Дроссели L1 (L2) являются элементами частотной коррекции УМЗЧ. АЧХ внутрипетлевого усиления этого УМЗЧ имеет два основных частотных полюса: «ближний» (относительно низкочастотный) —на частоте f_1 и «дальний» (более высокочастотный) — на f_2. Ближний полюс определяется частотой среза усилителя напряжения на VT8, VT9, нагруженного на корректирующую емкость С11, дальний — выходным повторителем. Чем выше будет частота f_1, тем эффективнее будет действовать обратная связь на высших частотах звукового диапазона. Но для обеспечения устойчивости приходится искусственно снижать f_1 до такого значения, при котором на частоте f_2 усиление в контуре ООС было минимально. Чтобы не снижать частоту f_1 увеличением емкости С11, между эмиттерами транзисторов дифференциального каскада включены дроссели L1, L2. Их индуктивность совместно с сопротивлениями резисторов в этих цепях, снижая усиление на частотах ниже f_2, не оказывает никакого влияния на более высоких частотах.

Таким образом, применение индуктивной коррекции «дальнего» полюса позволило выбрать частоту первого среза f_1 более высокой, в результате чего повысить эффективность ООС. Положительной стороной применения дросселей является и то, что линейность дифференциальных каскадов с ростом частоты существенно увеличивается.

Коррекция на опережение в этом УМЗЧ не применена, так как использованный выше метод двухзвенной коррекции (каждая из которых отвечает за свой частотный участок) позволил получить достаточно высокие параметры, подтверждаемые слуховой экспертизой. К тому же подъем на ВЧ приводит к обострению высокочастотных гармо-

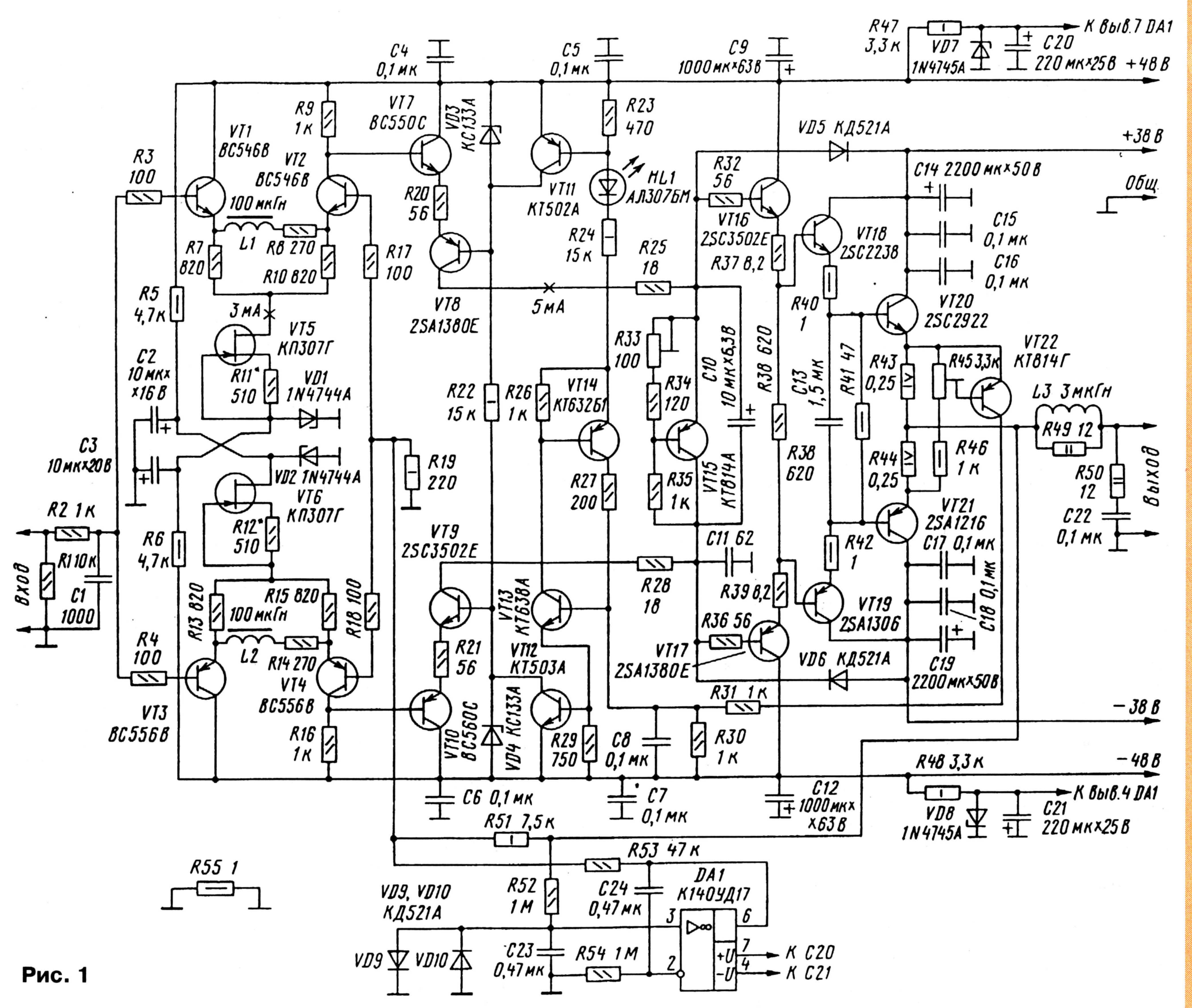


Рис. 1

ник (которыми и без того богаты транзисторные усилители) и на практике почти всегда подразумевает снижение исходной линейности с увеличением частоты. Поэтому не удивительно, что большого выигрыша от такого вида коррекции не происходит.

Ограниченный объем статьи не позволяет углубиться в теорию частотной коррекции, поэтому автор рекомендует обратиться к статье [3], где доступно изложены основные ее принципы.

Следует обратить внимание на то, что сигнал для дальнейшего усиления снимается с того же плеча дифференциального усилителя, на которое приходит сигнал обратной связи. Таким образом, в петле ООС сокращено число активных элементов, находящихся в контуре общей обратной связи.

Усилитель напряжения на VT7—VT10 построен по схеме каскода ОК—ОБ вместо традиционной структуры ОЭ—ОБ. Он отличается высоким входным сопротивлением, исключающим влияние на предыдущие каскады, имеет более высокую линейность и широкую полосу. Резисторы R20, R21 создают местную ООС по току. Низкоомные резисторы R3, R4, R17, R18 предотвращают вспышки ВЧ генерации транзисторов, исключают детектирование высокочастотных радиопомех.

С выхода усилителя напряжения сигнал поступает на вход трехэлементного составного эмиттерного повторителя, выполненного на транзисторах VT16—VT21. Ограничительные диоды VD5, VD6 предотвращают деградацию коллекторных переходов транзисторов VT16, VT17.

Как уже вкратце упоминалось в начале статьи, особенностью схемы является управление выходным составным повторителем от источника тока, которым является усилитель напряжения. С этой целью традиционный нагрузочный резистор был исключен.

Низкоомные резисторы R32, R36, R37, R39, R40, R42 выполняют сразу несколько функций. Они снижают уровень резонансных явлений составного повторителя на близких к граничным частотах, предотвращают высокочастотные возбуждения транзисторов, повышают токовую перегрузочную способность и таким образом способствуют увеличению надежности.

На транзисторе VT15 и элементах R33—R35, C10 выполнено устройство температурной стабилизации тока покоя. Транзистор VT15, выполняющий роль термодатчика, установлен на одном общем для мощных транзисторов теплоотводе. Конденсатор C10 блокирует модуляцию тока покоя усиливаемым сигналом. На транзисторах VT11—VT14 и VT22 выполнено триггерное устройство защиты от короткого замыкания в нагрузке, аналогичное примененному в [2]. При возникновении короткого замыкания VT11 (VT12) шунтируют стабилитроны VD3 (VD4), что приводит к закрыванию выходных транзисторов. Светодиод HL1 индицирует аварийный режим, резистором R45 устанавливается порог срабатывания. Триггер возвращается в исходное состояние после выключения питания.

Для исключения постоянного напряжения на выходе усилителя при отсутствии конденсаторов в сигнальных цепях используется неинвертирующий интегратор на прецизионном ОУ DA1. Особенностью схемы является то, что интегратор участвует в формировании нижней граничной частоты усиления, равной 2 Гц. Таким образом удалось избежать разного рода явлений, связанных с так называемым «дыханием» усилителя на инфранизких частотах.

E-mail: audio@radio.ru
тел. 208-83-05

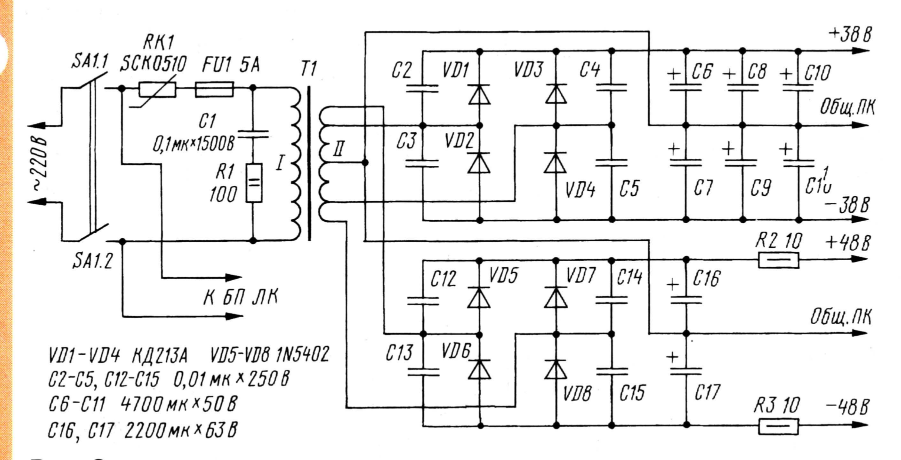


Рис. 2

Схема блока питания приведена на **рис. 2**. Он имеет два независимых трансформатора и отдельные выпрямители на каждый канал. Термистор с отрицательным температурным коэффициентом RK1 ограничивает бросок тока в момент включения усилителя в сеть. Конденсаторы фильтров выпрямителей С6—С11 емкостью по 4700 мкФ на 50 В — так называемый «народный номинал», выбранный по наименьшей стоимости за микрофараду.

В качестве сетевых трансформаторов использованы трансформаторы питания усилителя «Радиотехника У-7111», дополнительные повышающие обмотки (крайние по схеме секции обмотки II) намотаны поверх остальных проводом ПЭТВ 0,27 и содержат на каждой катушке по 24 витка. Можно применить и более мощные трансформаторы.

Немного о деталях для усилителя и их приобретении.

При покупке дорогостоящих импортных компонентов следует иметь в виду, что российский рынок насыщен подделками южно-азиатского производства и разного рода браком, поэтому следует по возможности приобретать детали в наиболее известных крупных фирмах.

Следует иметь в виду, что диоды КД521А, выпущенные в советское время, и диоды последних лет выпуска имеют различную маркировку, причем в настоящее время в продаже встречаются и те, и другие. Особенно опасно перепутать полярность у диодов VD5, VD6, так как это приведет к выходу из строя выходных транзисторов.

О резисторах. Лучшие результаты можно получить, если использовать в сигнальных цепях высококачественные точные (отклонение ±0,5...1 %) резисторы С2-29В, С2-14, в крайнем случае МЛТ. В остальных несигнальных цепях целесообразно применять наиболее дешевые углеродные резисторы типа С1-4. Резисторы R33, R45 — СП3-16. Резисторы R43, R44 должны иметь как можно меньшую индуктивность, поэтому их целесообразно составить из четырех параллельно соединяемых резисторов МЛТ-1 по 1 Ом.

Конденсаторы: неполярные могут быть К73-9, К73-17, блокировочные — КД-2; все они заменяемы импортными аналогами. Конденсатор С1 — К31-11-3Г, С11 — КСО-1Г на 250 В; оба слюдяные с обкладками из серебра; С2, С3 — К53-4 на 20 В, С10 — К53-4 на 6,3 В. Остальные оксидные конденсаторы в усилителе и блоке питания — алюминиевые импортные фирмы Jamicon группы SK либо аналогичные.

Дроссели L1, L2 — ДМ-0,1. В качестве индуктивности L3 использована катушка аналогичного назначения от усилителя «Радиотехника У-7111С». Эта бескаркасная катушка высотой 2 см содержит 30 витков провода ПЭВ-2 1 мм, намотанного виток к витку в два слоя на оправке диаметром 4 мм.

Печатная плата для данного УМЗЧ не разработана. Был изготовлен двухканальный макет усилителя с применением объемного монтажа. При его повторении или самостоятельной разводке печатной платы следует учесть ряд важных моментов.

Слаботочный (сигнальный) общий провод отделен от общего провода питания и нагрузки резистором R55, который лучше расположить на плате ближе к входному каскаду. При монтаже надо стараться, чтобы все проводники имели минимальную длину (особенно это касается сильноточных цепей выходного каскада), а шины питания и общего провода были толще (шире).

Транзисторы VT15, VT18—VT21 нужно установить на общий теплоотвод с суммарной площадью ребер не менее 2000 см^2. Следует иметь в виду, что транзисторы 2SA1306 и 2SC2238 выпускаются как в изолированных, так и в обычных корпусах ТО-220. Предпочтение следует отдать именно неизолированным корпусам с меньшим тепловым сопротивлением кристалл—корпус.

Заявленные характеристики УМЗЧ могут быть обеспечены только при тщательном и грамотном монтаже, особенно выходного каскада. В частности, для минимизации паразитных индуктивностей и наводок от цепей мощных транзисторов. Выходные транзисторы необходимо установить на печатную плату. Блокировочные конденсаторы С14—С19 должны быть присоединены непосредственно к выводам коллекторов выходных транзисторов. Другими выводами конденсаторы соединяются с шиной общего провода, симметрично по обе стороны от центра, которым должна являться точка нулевого потенциала. Эта точка — место соединения кабеля общего провода БП и нулевого провода нагрузки с фольгой общего провода на плате. От этой же точки необходимо разводить и общий провод предварительных каскадов. Поскольку высокоомный выход усилителя напряжения связан с корпусом транзистора VT15 (термодатчика), то он оказывается чувствительным к дополнительным паразитным емкостям. Поэтому провода, идущие к VT15, следует сделать короче и расположить дальше от остальных проводников. Можно пойти и несколько иным путем: пропорционально уменьшить емкость С11, например, до 56 пФ. Необходимо принять меры по недопущению магнитных наводок от сильноточных цепей на дроссели L1, L2; для этого достаточно разместить их катушки подальше от наводящих цепей.

При повторении УМЗЧ его нужно дополнить устройством защиты АС от постоянного напряжения на выходе и задержки подключения АС на время переходного процесса при включении. Схемы подобных устройств неоднократно печатались в журнале и поэтому здесь не приводятся.

О налаживании. До установки на плату элементов R25, R28, R53 подбором резисторов R11, R12 устанавливают ток, вытекающий из коллекторов соответственно VT8, VT9, одинаковым для каждого плеча (5 мА). Эту операцию следует проделать, подключая миллиамперметр одним выводом к общему проводу, а другим — поочередно к коллектору VT8 и VT9.

Далее следует установить недостающие элементы и, вращая движок переменного резистора R33, установить требуемый ток покоя, контролируя его по падению напряжения на резисторах R43, R44. Следует иметь в виду, что при нулевом токе покоя выходного каскада существует опасность возникновения самовозбуждения УМЗЧ из-за ухудшения частотных свойств выходных транзисторов и в результате набега фазы в цепи контура общей ООС.

Подстройкой резистора R45 добиваются, чтобы узел защиты не срабатывал на пиках музыкального сигнала.

Измерения искажений проводились при следующих условиях. Функцию спектроанализатора и генератора испытательных сигналов выполнял модуль DRIVE-II совместно со звуковой картой SBLive Platinum (16 бит 48 кГц) под управлением программы SpectraLab 4.32.14 с FFT 65536 pts. Здесь FFT 65536 pts — количество точек быстрого преобразования Фурье, определяющих точность спектрального графика из заданного числа частотных составляющих.

Следует отметить, что встроенный в программу SpectraLab 4.32.14 «генератор сигнала» имеет недостаточную спектральную чистоту, поэтому измерительный сигнал был синтезирован в программе CoolEditPro1.2 со следующими установками:

GenerateTones: MONO 16 bit 48000 Hz
BaseFreqiency = 20000, Modylate By = 0
FreqiencyComponents Ox 1 и 1.05 с амплитудами по 50 %, остальные = 0
DCOffset 0 %
Flavor = Sine
Duration = 30 sec

При сквозном включении (без УМЗЧ) модуль показал достаточно высокие ха-

E-mail: audio@radio.ru тел. 208-83-05

рактеристики; уровень разностного тона оказался ниже –96 дБ.

К выходу УМЗЧ был подсоединен безындуктивный резистор с сопротивлением 4 Ом и простейший резисторный делитель, с выхода которого сигнал поступал на вход LineIn2 модуля DRIVE-II. Следует заметить, что на высоких частотах резистивная нагрузка является более жестким тестом в сравнении с реальным громкоговорителем, импеданс которого на высоких частотах, как правило, возрастает.

На время измерений емкость конденсатора C1 увеличена до 6800 пФ для ослабления надтональных помех, способных увеличить интермодуляционные искажения УМЗЧ с глубокой ООС. При выходной мощности 100 Вт уровень разностного тона не превысил –90 дБ.

Поскольку измерение разностного тона двухтонального сигнала нельзя считать всеобъемлющим показателем качества, проводилась проверка на белом шуме с использованием тех же программно-аппаратных средств и того же эквивалента нагрузки. У белого шума (White Noise) цифровым ФВЧ 66-го порядка (Cool Edit Pro, Sientific Filters) были срезаны все частотные составляющие, лежащие ниже 6100 Гц, контролировалась степень засорения средних и низких частот продуктами интермодуляции компонентов шума. Тест не выявил ничего, что позволило бы усомниться в достоверности приведенных в статье цифр (никакого существенного различия между спектром при сквозном соединении ЦАП—АЦП и ЦАП—УМЗЧ—АЦП не наблюдалось).

Более того, проводилась также проверка корректности работы УМЗЧ на реальном сигнале и реальной нагрузке в виде двух соединенных параллельно громкоговорителей сопротивлением по 8 Ом. Для этого сигнал от низкоомного источника — выход Head Phones аналоговой кассетной деки (такой источник сигнала был выбран специально по соображениям отсутствия в его сигнале высокочастотных надтональных помех), временно подавался на нижний по схеме вывод резистора R19, отсоединенный от общего провода. К верхнему по схеме выводу R19 был подсоединен активный щуп и осциллограф C1-112A. При работе УМЗЧ на значительной громкости напряжение в этой точке не превышало 3 мВ. Это позволяет судить о том, что слежение по цепи общей ОС УМЗЧ в реальных условиях не нарушается.

Частота единичного усиления была измерена для сигнала амплитудой 0,5 В на нагрузке 4 Ом. Так как большие значения опасны для выходных транзисторов из за того, что на частоте 10 МГц возникает значительный сквозной ток, на время измерения конденсатор C1 был отключен, а нагрузка подключена к точке соединения резисторов R43, R44.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Левинзон В.** Любительские усилители низких частот. МРБ. — М.: Связь, 1977.

2. **Зуев П.** УМЗЧ с многопетлевой ООС. — Радио, 1984, № 11, с. 29—32.

3. **Дмитриев Н., Феофилактов Н.** Схемотехника усилителей мощности ЗЧ. — Радио, 1985, № 6, с. 25—28.

Цифровое радиовещание в мире

16 июня 2003 года началось регулярное цифровое радиовещание на средних и коротких волнах в формате DRM (Digital Radio Mondiale). Основные инициаторы этого проекта радиостанции "Deutsche Welle" (DW) и "BBC WS". От российской стороны в проекте участвует радиостанция "Голос России" (VR). Помимо этого, в проекте приняли участие "Radio Netherlands International" (RNW), "Christian Vision" (CV), "Multimedia-T-Systems & Media Broadcast" (MTS MB) и другие европейские компании. Частоты вещания по состоянию на июнь 2003 г. приведены в **таблице**.

DRM передатчик "Голоса России" расположен недалеко от Москвы в г. Талдоме.

Подробнее о DRM можно прочитать на сайтах: **<http:\\www.drm.org>** и **<http:\\www.drmrx.org>**, а узнать текущее расписание частот на сайте **<http:\\www.rnw.nl/realradio/html/drm_latest.html>**.

Частота (кГц)	Время Работы (UTC)	Зона вещания	Программа	Передатчик (кВт)
1296	16.00 — 19.00	Западная и центральная Европа	BBC WC	60
5975	13.05 — 14.55	Западная и центральная Европа	MTS MB	40
6140	10.00 — 13.00, 16.00 — 19.00	Западная и центральная Европа	DW	40
7320	09.00 — 15.00	Западная и центральная Европа	BBC WS	30
9590	10.00 — 11.00	Западная Европа	CV	30
9795	23.00 — 24.00	Западная и центральная Европа	BBC WS	70
11955	03.00 — 04.00	Западная и центральная Северная Америка	BBC WS	70
15215	18.00 — 19.00	Западная Россия	BBC WS	33
15400	04.30 — 05.30 субб., воск.	Австралия, Новая Зеландия	RNW	10
15440	09.30 — 12.00	Западная и центральная Европа	DW	80
15525	23.30 — 00.30	Северо-восточная территория США и Канады	RNW	10
15780	06.00 — 12.00, 13.00 — 16.00	Англия, Германия, Япония	VR	40

Принимать DRM вещание можно обычным радиовещательным радиоприемником с приставкой, описание которой приведено на сайте **<http://www.radiostation/drm/index.html>**. Такую приставку нужно подключить и к звуковой карте компьютера.

Информацию подготовил

С. Комаров

E-mail: receiver@radio.ru
тел. 208-83-05

Прибор связиста

Л. СИДОРОВ, г. Ярцево Смоленской обл.

При монтаже линий связи монтерам приходится использовать различные приборы. Набор аппаратуры часто занимает много места и весит немало. Для того чтобы облегчить работу, автор разработал многофункциональный прибор.

Я работаю монтером диспетчерской связи. В своей работе приходится сталкиваться с измерениями, с работой аппаратуры (телефонные аппараты, усилители низкой частоты), с «прозвонкой» кабелей связи, с работой автоматики, с ремонтом диспетчерского оборудования. Для работы приходилось использовать много разных приборов, в том числе громоздких.

Предлагаемый прибор разрабатывался как универсальный и малогабаритный для многих видов работ в связи, а также может использоваться как прибор-пробник для радиолюбителей. Его размеры — 200×180×70 мм, вес — около 2 кг.

Возможности прибора:

1) измерение постоянного и переменного напряжений до 250 В стрелочным прибором;

2) измерение сопротивления от 0 до 10 кОм стрелочным прибором;

3) пробник на светодиодах позволяет проверять исправность транзисторов, диодов, конденсаторов, резисторов сопротивлением до 5 кОм, а также исправность монтажных проводников;

4) генератор частотой 900 Гц с возможностью регулировки уровня выходного сигнала позволяет проверять исправность работы УНЧ, работоспособность динамических головок и телефонных капсюлей;

5) пробник с лампой накаливания на 3,5 В и питанием 4,5 В позволяет проверять исправность монтажных проводников и резисторов до 30 Ом;

6) лампа накаливания на 26 В позволяет проверить наличие напряжения до 30 В в аппаратуре диспетчерской связи;

7) узел телефонного аппарата позволяет использовать прибор как полный телефонный аппарат с набором номера и приемом вызывного сигнала. Встроенный усилитель позволяет слушать абонента на динамическую головку;

8) тот же телефонный аппарат с питанием 9 В позволяет «прозванивать» телефонные многожильные кабели длиной до 0,5 км. «Прозванивать» кабели можно через телефонную трубку, а также слушать своего напарника по громкоговорящей связи;

9) встроенный усилитель низкой частоты позволяет подключать к нему через переключатель различные устройства, в частности, приставку-искатель скрытой проводки, а также вести громкоговорящий контроль при разговоре по телефону и при «прозвонке» кабелей связи.

На **рис. 1** показана основная схема прибора, а на **рис. 2** — схемы входящих в него блоков. Прибор не содержит дефицитных деталей и узлов. В нем используются транзисторы серий МП37, МП41, КТ315, КТ361, КП303 и ГТ308.

Назначение блоков: А1 — пробник на светодиодах; А2 — генератор частотой 900 Гц; А3 — телефонный аппарат (монтерская трубка); А4 — искатель скрытой проводки; А5 — усилитель низкой частоты.

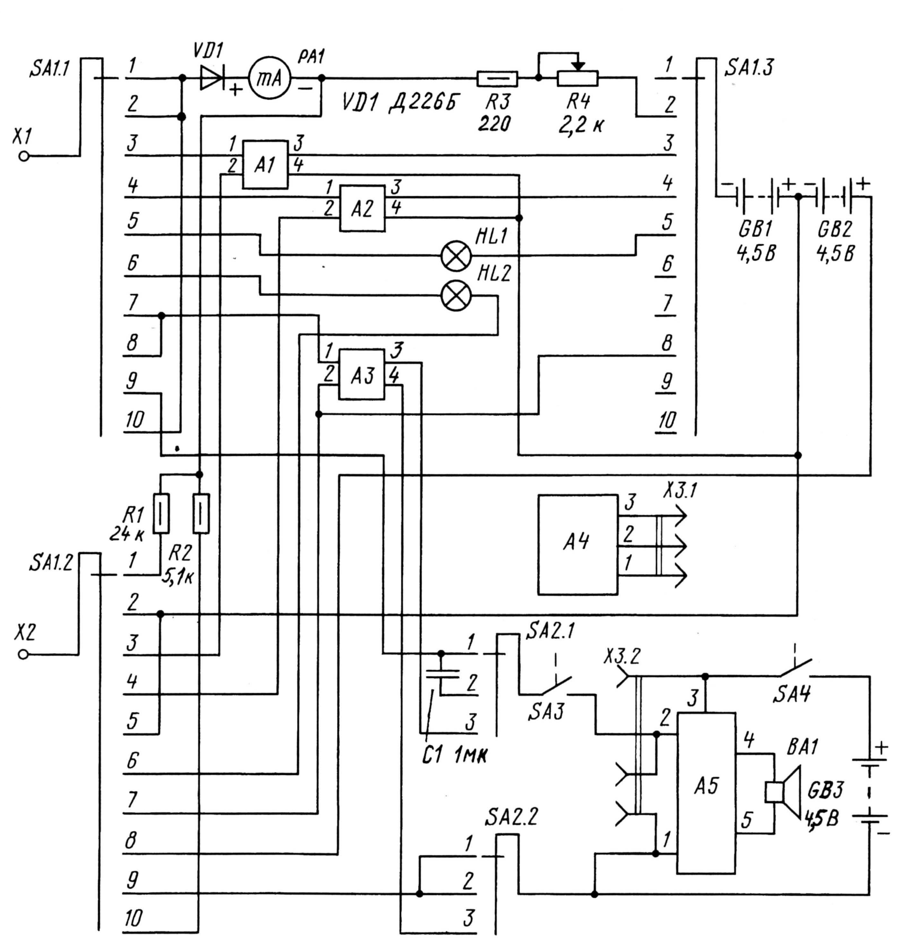


Рис. 1

Рассмотрим работу устройства и прохождение сигналов в различных режимах.

1. Измерение постоянного и переменного напряжений до 250 В. Переключатель SA1 должен находиться в положении «1». Ток протекает по цепи: щуп X1, подвижный контакт переключателя SA1.1, диод VD1, измерительная головка PA1, резистор R1, подвижный контакт переключателя SA1.2, щуп X2.

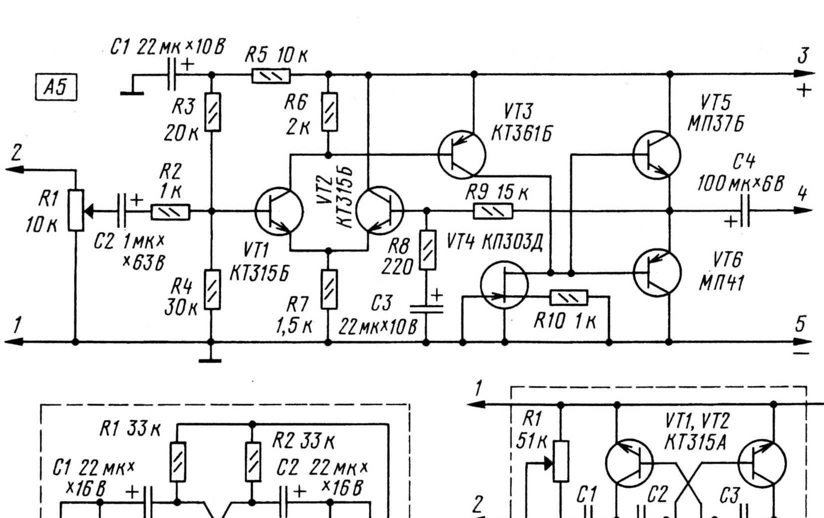
2. Измерение сопротивления до 10 кОм. Переключатель SA1 должен находиться в положении «2». Ток течет от плюсового вывода батареи GB1 через контакт переключателя SA1.2, щуп X2, измеряемый резистор, щуп X1, контакт SA1.1, далее по цепи VD1PA1R3R4 и через контакт SA1.3 к минусовому выводу батареи GB1.

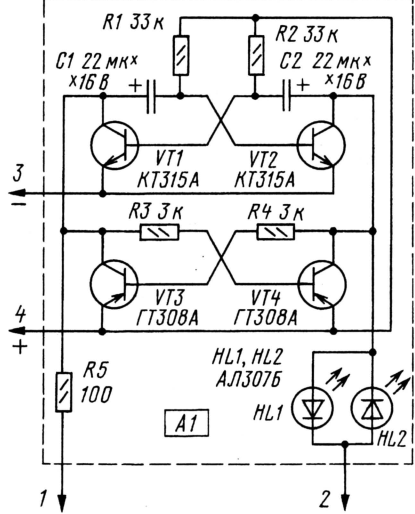
3. Пробник на светодиодах. Положение переключателя SA1 для этого режима — «3». Щупы X1 и X2 подключены к контактам 1 и 2 блока А1. Питание на блок А1 поступает от батареи GB1.

4. Генератор частотой 900 Гц. Положение переключателя SA1 — «4». Питание на блок А2 подано от батареи GB1. Генерируемый сигнал поступает с контактов 1 и 2 блока А2 через контакты SA1.1, SA1.2 на щупы X1, X2 соответственно.

5. Пробник с лампой накаливания 3,5 В. Положение переключателя SA1 — «5». Ток течет от плюсового вывода батареи GB1 через контакты SA1.2, щуп X2, испытуемую цепь, щуп X1, контакты SA1.1, лампу накаливания HL1, контакты SA1.3 к минусовому выводу батареи GB1.

6. Контрольная лампа на 26 В. Положение переключателя SA1 — «6». Лампа HL2 подключена непосредст-





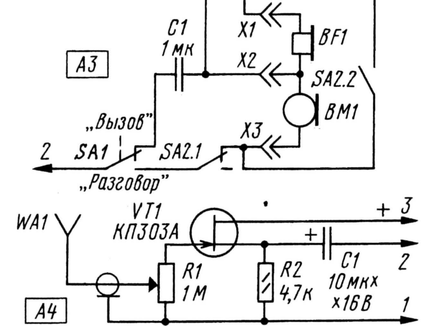


Рис. 2

венно к щупам X1, X2 через контакты SA1.1 и SA1.2.

7. Телефонный аппарат (ТА). Положение переключателя SA1 — «7». Контакты блока А3 подключены к щупам X1 и X2. Можно вести разговор через телефонную трубку — микрофон ВМ1 и телефон BF1 блока А3. SA2.1 и SA2.2 в этом блоке — контакты номеронабирателя.



Рис. 3

8. Если поставить переключатель SA1 в положение «8», прибор можно использовать для «прозвонки» кабелей связи. В этом режиме задействован телефонный аппарат (блок А3). Питание обеспечивают две последовательно включенные батареи GB1 и GB2. Путь протекания тока: плюсовой вывод батареи GB2, контакт 8 переключателя SA1.2, щуп X2, проверяемая линия связи, щуп X1, контакт 8 SA1.1, вывод 1 блока А3, вывод 2 блока А3, контакт 8 SA1.3, минусовый вывод батареи GB1.

9. Усилитель низкой частоты. При установке переключателя SA1 в положение «9» щупы X1 и X2 будут подключены к входу УНЧ. Усилитель включают тумблером SA4, который совмещен с регулятором уровня (переменный резистор R1 в блоке А5). Выключатель SA3 установлен для предохранения от попадания на вход усилителя НЧ вызывного напряжения во время работы ТА, т. е. сигнал подается на вход усилителя только после снятия трубки ТА. Режим работы усилителя зависит от переключателя SA2. Положение 1 соответствует режиму с открытым входом, 2 — с закрытым входом (сигнал проходит через конденсатор C1), а положение 3 предназначено для громкоговорящего контроля разговора по ТА и при «прозвонке» кабелей связи. Приставка для отыскания скрытой проводки (блок А4) подключается через разъем X3 прямо на вход усилителя. Питание на приставку поступает от батареи питания усилителя GB3.

10. В положении переключателя SA1 «10» прибор выполняет функцию вольтметра с пределом измерения 30 В.

Измерительная головка PA1 — миллиамперметр М4203 с током полного отклонения 5 мА. Лампа HL1 — на 3,5 В и ток 0,26 А, HL2 — на 26 В 0,12 А. Батареи GB1 и GB2 состоят из трех элементов типоразмера R14 каждая. Батарея GB3 — любая на 4,5 В, например, 3R12. Динамическая головка ВА1 — ГДШ-2 сопротивлением 8 Ом. Детали телефонной трубки А3: микрофон ВМ1 — угольный МК-16-У, телефонный капсюль BF1 — ТК-57, номеронабиратель SA2 — «Электроника НК-03».

Конструктивно прибор выполнен в корпусе «Набор радиолюбителя» (**рис. 3**). Использованы только корпус, передняя и задняя алюминиевые фальшпанели. На передней панели размещают измерительную головку PA1, два гнезда для ламп HL1 и HL2, переключатели SA1, SA2 основного блока и переменный резистор регулировки уровня R1 (блок А5).

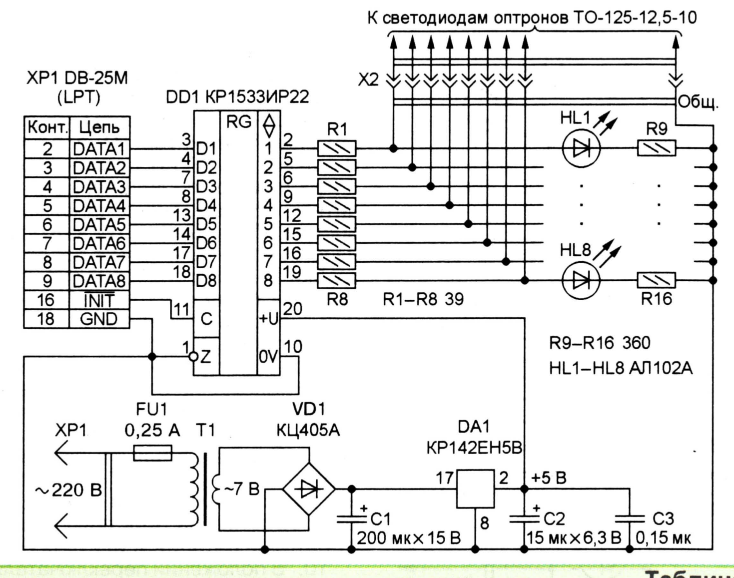
На задней панели размещают два разъема для подключения приставки отыскания скрытой проводки и для включения телефонной гарнитуры (трубки или наушников с микрофоном), два переменных резистора для регулировки выходного уровня генератора 900 Гц (R1 в блоке А2) и установки нуля при измерении резисторов (R4 основного блока), гнезда для подключения щупов прибора и переключатель «Разговор-вызов» телефонного аппарата (SA1 в блоке А3). ■

E-mail: measure@radio.ru тел. 208-83-05

ПК управляет электрическими установками

А. ГРИДАСОВ, г. Курск

В последние годы в радиолюбительской литературе описано довольно много устройств управления различными электрическими установками. В большинстве случаев их строят на базе микроконтроллера, наиболее часто — PIC16F84, что обусловлено его относительно низкой ценой и большим объемом литературы по этой тематике. Однако если необходимо разработать такое устройство, скажем, для домашней елки, радиолюбителю необходимо изучить ассемблер микроконтроллера, приобрести (или собрать) программатор и и потратить много времени и сил для отладки программы.



Значительно более простым представляется вариант с использованием для управления персонального компьютера, даже самого простого. Сегодня многие радиолюбители имеют такие компьютеры, и остается только изготовить исполнительное устройство. Поскольку не всегда есть возможность открыть системный блок компьютера, чтобы установить в него такое устройство, придется собрать и источник питания (или применить готовый, выпускаемый промышленностью). Однако этот недостаток компенсируется гибкостью при перепрофилировании исполнительного устройства для различных задач и удобством системы в плане программирования — используются хорошо знакомые языки высокого уровня или ассемблер для IBM PC.

Принципиальная схема восьмиканального исполнительного устройства изображена на **рисунке**. Как видно, выполнено оно на регистре DD1 и подключается к параллельному порту ПК. Регистр используется в необычном режиме, но работает нормально. В качестве силовых элементов применены оптотиристоры ТО-125-12,5-10, установленные на теплоотводах. Светодиоды HL1—HL8 индицируют работу каналов. Блок питания содержит понижающий трансформатор T1, выпрямитель VD1, микросхемный стабилизатор DA1 и фильтрующие конденсаторы C1—C3.

В качестве примеров использования такого устройства в **табл. 1** и **2** приведены программы управления «Бегущий огонь» и «Случайный выбор», используя которые, можно проверить работоспособность устройства и написать другие. ■

Таблица 1

```
uses dos;
{$m 1024,0,0}
const delay=6;    { задержка между переключениями; delay=18 ~ 1 c}
    m:array[1..8] of byte=(1,2,4,8,16,32,64,128);
    i:byte=1;
    t:byte=0;     { счетчик тиков таймера }
procedure time;interrupt;
begin
inc(t);
if t=delay then begin
       t:=0;
       port[$378]:=m[i]; { посылаем в порт 378h байт из массива m }
       if i=8 then i:=1
             else inc(i);
          end;
end;
begin
setintvec($1c,@time);
keep(0);
end.
```

Таблица 2

```
                      { посылаются случайные числа }
uses dos;
{$m 1024,0,0}
const delay=6;{ задержка между переключениями; delay=18 ~ 1 c}
    m:array[0..7] of byte=(1,2,4,8,16,32,64,128);
    t:byte=0;     { счетчик тиков таймера }
procedure time;interrupt;
begin
inc(t);
if t=delay then begin
       t:=0;
       port[$378]:=m[random(8)];      {   посылаем в порт 378h      }
          end;                        { случайное число от 1 до 8 }
end;
begin
randomize;
setintvec($1c,@time);
keep(0);
end.
```

Как проверить HEX-файл

А. ДОЛГИЙ, г. Москва

Многие радиолюбители, пытаясь по журнальной публикации повторить то или иное устройство на микроконтроллере, нередко сталкиваются с необъяснимыми, на первый взгляд, трудностями. Казалось бы, и исправность микроконтроллера сомнений не вызывает, и программатор в полном порядке, и устройство собрано точно по схеме, но работать, как следует, отказывается. В такой ситуации нередки нарекания в адрес автора разработки — представил, дескать, неработоспособную программу!

На самом деле в подавляющем большинстве случаев все обстоит иначе. Виноваты ошибки, допущенные при ручном вводе в компьютер HEX-файла программы по его «распечатке» на страницах печатного издания. Значительно реже бывают сбои при копировании файлов с дискет или «скачивании» их из Интернета. Как проверить HEX-файл? Ответ на этот вопрос — в публикуемой статье.

Любая, самая безобидная, на первый взгляд, опечатка в HEX-файле ведет к выполнению микроконтроллером (МК) неверной команды, нередко полностью искажает заданный алгоритм его работы и способна привести к совершенно непредсказуемому поведению изготовленного устройства. Ни один самый квалифицированный специалист в этой ситуации не сможет по внешним признакам точно указать место ошибки.

Остается очень тщательно и многократно сверять HEX-файл с оригиналом. Особенность нашей психики в том, что, проверив что-либо однажды, мы подсознательно убеждены в собственной непогрешимости и при повторных проверках нередко пропускаем то, чего не заметили в первый раз. Поэтому полезно иметь помощника, который, даже не вникая в суть работы, осуществит «независимый контроль».

```
D:\PICPROG\power\F675.HEX
000000) 3A 31 30 30 30 30 30 30 - 30 30 35 32 38 46 46 33   :10000000528FF3
000010) 46 46 46 33 46 46 46 33 - 46 46 46 33 46 38 33 31   FFF3FFF3FFF3F831
000020) 32 38 35 30 31 38 33 31 - 36 31 37 0D 0A 3A 31 30   28501831617..:10
000030) 30 30 31 30 30 30 30 30 - 33 30 38 35 30 30 33 37   0010000030850037
000040) 33 30 39 46 30 30 38 33 - 31 32 41 41 33 30 34 36   309F008312AA3046
000050) 32 30 35 35 33 30 43 42 - 0D 0A 3A 31 30 30 30 32   205530CB..:10002
```

Рис. 1

```
D:\PICPROG\power\F675A.HEX
000000) 05 28 FF 3F FF 3F FF 3F - FF 3F 83 12 85 01 83 16   .(я?я?я?я?ѓ.....ѓ.
000010) 00 30 85 00 37 30 9F 00 - 83 12 AA 30 46 20 55 30   .0…70џ.ѓ.Є0F U0
000020) 46 20 85 30 9F 00 9F 14 - 9F 18 14 28 83 16 1E 08   F …0џ.џ.џ..(ѓ...
000030) 83 12 A0 00 1E 08 A1 00 - 20 08 46 20 A1 08 46 20   ѓ. ...Ў. .F Ў.F
000040) 81 30 9F 00 9F 14 9F 18 - 23 28 83 16 1E 08 83 12   Ѓ0џ.џ.џ.#(ѓ...ѓ.
000050) A2 00 1E 08 A3 00 22 08 - 46 20 A3 08 46 20 89 30   ў...J.".F J.F ‰0
```

Рис. 2

Ни в коем случае не следует оставлять без проверки тексты программ, считанные сканером с последующим распознаванием с помощью программы FineReader и ей подобных. Практика показывает, что ошибки распознавания символов неизбежны даже при очень высоком качестве печатного текста.

При вводе HEX-файлов вручную (с клавиатуры) или их электронных версий, полученных сканированием, чаще всего случается следующее:

— вместо латинских букв А, В, С, Е введены похожие на них русские;

— вместо цифры 0 введена буква О (латинская или русская);

— перепутаны буква В и цифра 8;

— вместо цифры 1 введена буква I (лат. «и» прописная) или l (лат. «эль» строчная). В шрифтах некоторых гарнитур эти знаки очень похожи;

— нарушен порядок следования символов;

— в строке недостает нескольких символов или имеются лишние;

— пропущены целые строки;

— некоторые строки введены дважды.

Самый безобидный из этих дефектов — последний. В отличие от других, он не сказывается на работоспособности программы. То же самое в большинстве случаев можно сказать и о нарушении порядка следования строк. Однако программаторы, в которых предусмотрен строгий контроль правильности вводимых данных, могут файл с такими ошибками все-таки забраковать.

Нужно сказать, что контроль правильности структуры HEX-файла в процессе его чтения с диска выполняет программное обеспечение очень многих программаторов. Определенные возможности для этого заложены в самой структуре подобного файла, о которой можно прочитать, например, в статье автора «Разработка и отладка устройств на МК» («Радио», 2001, № 5, с. 19). Беда в том, что программатор зачастую сообщает лишь о факте обнаружения ошибки без каких-либо подробностей, предоставляя пользователю разбираться самому. При этом дефектный файл нередко оказывается полностью или частично загруженным в программатор и, если неосторожно подать команду «Программирование», ошибочные данные будут перенесены в память МК. После этого будет успешно выполнена верификация (сверка содержимого памяти МК и программатора) и у пользователя создастся впечатление, что все в порядке.

В этом отношении очень опасно ведет себя программа PonyProg (версии 2.05 и более ранних). Кроме HEX, здесь предусмотрено несколько других форматов входных файлов, и при загрузке она пытается самостоятельно выбрать нужный. Не распознав правильно формат файла с ошибками, она все-таки вводит его как двоичный. На **рис. 1** показан вид окна программатора PonyProg после такого ввода.

В памяти находятся не машинные коды команд, а ASCI-коды букв и цифр, из которых состоит текстовый HEX-файл. Естественно, по такой «программе» МК работать не будет. Вид того же окна после ввода идентичного первому безошибочного файла представлен на **рис. 2**. Заметим, что никаких сообщений об ошибках или об автоматически определенном формате файла программатор в обоих случаях не давал.

Помочь найти и исправить ошибки в HEX-файле до ввода его в программатор сможет программа CheckHEX, которую можно скачать по адресу **<ftp://ftp.radio.ru/pub/2003/08/check/chkhex.exe>**. С ее же помощью можно создать новый HEX-файл, набрав его содержимое на клавиатуре компьютера. В последнем случае проверка идет одновременно с вводом данных.

Окно данных программы CheckHEX после ввода HEX-файла, содержащего несколько ошибок, изображено на **рис. 3**. В его верхней части слева выведены текущие координаты курсора, показывающего, куда будет введен символ при нажатии клавиши. Справа имеется окошко, щелкнув по которому «мышью», можно в любой момент отменить или вновь разрешить проверку ошибок. Заблокировать контроль бывает полезно на время ручного ввода данных, иначе каждую незавершенную строку сопровождает множество сообщений, только отвлекающих внимание.

Окно предупреждений и сообщений об ошибках (**рис. 4**) находится ниже основного. Сообщения, начинающиеся словом «Информация», лишь свидетельствуют об особом статусе тех или иных строк HEX-файла. В данном случае таких строк две. Первая из них необязательна, так как и в ее отсутствие отсчет адресов начнется с нуля. Подобные строки (их может быть несколько в разных местах файла) позволяют адресовать более 64 Кбайт (32 Кслов) памяти. Именно их присутствие отличает

```
Строка 5, символ 9                    Не проверять
:020000040000FA
:10000000528FF3FFF3FFF3FFF3F83128501831617
:100010000030850037309F008312AA3046205530C8
:100x2000462085309F009F149F18142883161E08B1
:100030008312A0001E08A10020084620A108462027
:1000400081309F009F149F18232883161E08831257
:10005000A2001E08A30022084620A30846208930DB
:10005000A2001E08A30022084620A30846208930DB
:100060009F009F149F18322883161E088312A40035
:100070001E08A50024084620250846200D28173014
:10008000A700A703031D412800000800A6000512D1
:100090003F2000026184E2805164F2805123F2045
:1000A000A60C26185528051257280516000003F20D3
1000B000A60C26185D2805125F28051600003F20B3
:1000C000A60C26186528051267280516000003F2093
:1000D000A60C26186D2805126F28051600003F2073
:1000E000A60C26187528051277280516000003F2053
:1000F000A60C26187D2805127F28051600003F2033
:10010000A60C26188528051287280516000003F2012

:0C0120000000000000000000000000800CB
:08400000FF3FFF3FFF3FFF3FC0
:02400E00113F60
:1042000090000100FF0007000500FF00650018 0096
:00000001FF
:10011000000000000000000000000005163F203F2006
```

Рис. 3

```
Информация. Строка 1 задает смещение адреса 0000.
ОШИБКА! Строка 3: не совпадает контрольная сумма (СВ).
ОШИБКА! Строка 4, символ 5: "x" — не шестнадцатиричная цифра.
ОШИБКА! Строка 14: без начального двоеточия.
Внимание! Строка 20 ПУСТАЯ.
Информация. Строка 25 — признак конца файла.
Внимание! Строка 26 — после признака конца файла.
```

Рис. 4

HEX-файлы формата INX32 от аналогичных формата INX8M.

Строка 25 служит признаком конца HEX-файла. Если какие-нибудь данные находятся после нее (строка 26), они не будут восприняты программатором. Этим можно воспользоваться, например, чтобы поместить в HEX-файл текстовый комментарий. В примере сюда была просто перемещена строка 20 исходного файла, оставшаяся пустой. В принципе, наличие пустых строк в HEX-файле допустимо, но некоторые программаторы все-таки могут счесть их ошибками. Программа CheckHEX, на всякий случай, предупреждает об этом.

Обратите внимание на сообщение об ошибке контрольной суммы в строке 3. Она может быть результатом неправильного ввода любого (кроме двоеточия) символа строки, которую следует проверить особенно внимательно. Приведенная в скобках «правильная» контрольная сумма полезна, если один или несколько символов строки изменены преднамеренно (например, чтобы исправить действительно имевшую место ошибку в программе). В рассматриваемом случае ошибка — результат ввода цифры 8 вместо буквы B.

Характер ошибки, допущенной в пятом символе четвертой строки, понятен. Заметим лишь, что для облегчения визуального поиска ошибок шрифт текста в основном окне не содержит символов кириллицы, их место занимают символы, не имеющие ничего общего с правильными. Однако в сообщениях об ошибках русские буквы представлены.

Справа от окна данных расположено окно, отображающее картину заполнения памяти МК кодами из анализируемого файла. Фрагмент этого окна — на **рис. 5**. Белый цвет соответствует свободным ячейкам, синий или красный — занятым. Имеющиеся на рисунке пояснительные надписи (в реальном окне их нет) относятся к типовому для PIC-контроллеров распределению памяти, для других МК и РПЗУ оно может быть совершенно иным. Перемещая курсор «мыши» внутри окна, можно определить адрес любой из отображенных там ячеек. В данном случае курсор (перекрестие в правой верхней части окна) указывает на байт по адресу 00C0H — младший в двубайтном слове по адресу 0060H.

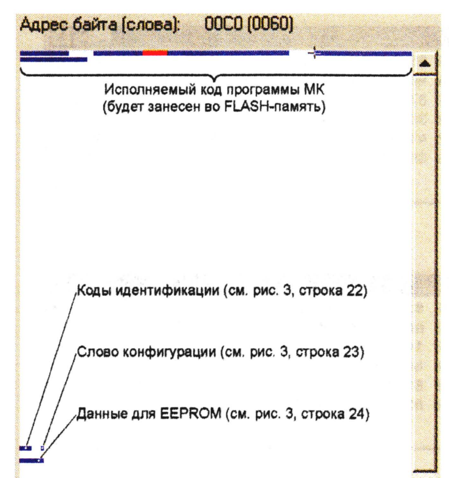


Рис. 5

Конечно, пользователь, не разрабатывавший загружаемую программу и внимательно не анализировавший ее, как правило, не знает, какие ячейки должны быть заняты, а какие — нет. Тем не менее есть смысл обратить внимание на разрывы в сплошной последовательности занятых ячеек и лишний раз убедиться, что они появились не в результате ошибок, как в рассматриваемом случае.

Отрезок красного цвета говорит о том, что коды, заносимые по этим адресам, встретились в файле неоднократно. В примере (см. рис. 3) идентичны седьмая и восьмая строки. Если дублирующая строка — результат невнимательности при ручном вводе данных, ее можно удалить. Но чаще виновата ошибка, допущенная в адресной части строки (символы с четвертого по седьмой). В подобном случае не только коды по ошибочным адресам будут искажены, но и останется неопределенной область памяти, к которой данная строка относилась исходно. Все это необходимо еще и еще раз проверить.

В заключение отметим, что в окне программы CheckHEX имеются три управляющие кнопки: — создать новый HEX-файл; — открыть и проверить существующий; — сохранить созданный или отредактированный файл. При попытке загрузить или создать еще один файл, предварительно не сохранив измененный вариант старого, программа всегда напоминает о необходимости это сделать. То же самое происходит перед завершением работы программы. ■

О ремонте микроЭВМ

В. СМИРНОВ, г. Нижний Новгород

Время микропроцессоров серий 8080, 8085, Z-80, их отечественных аналогов серий КР580, КМ1821, К1858 и других подобных ушло безвозвратно. Однако многие радиолюбители все еще пользуются самодельными или промышленного изготовления микроЭВМ на базе микропроцессоров первых поколений. На предприятиях продолжают работать станки с ЧПУ и другие технологические установки с контроллерами на таких микропроцессорах. Вся эта аппаратура время от времени выходит из строя. Автор статьи делится своим опытом ремонта микропроцессорных устройств.

Самый эффективный способ поиска неисправности в микроЭВМ или микропроцессорном контроллере — поочередная замена основных БИС (в том числе микропроцессора и ПЗУ) на заведомо исправные. Но если БИС впаяна в плату, а не установлена в панель, затраченные на ее демонтаж усилия с почти неизбежным повреждением печатных проводников нередко оказываются бесполезными, если виновница неисправности — совсем другая микросхема.

Временно заменить «подозрительный» микропроцессор заведомо исправным можно, не удаляя первый из устройства физически. Достаточно перевести его выходы в пассивное высокоимпедансное состояние, в котором они фактически отключены от внутренних узлов микросхемы. Такой режим предусмотрен во всех микропроцессорах, предназначен он в первую очередь для организации непосредственного, без участия микропроцессора обмена данными между памятью и устройствами ввода/вывода. По этой причине его называют ПДП — прямой доступ к памяти.

В большинстве микроЭВМ режим ПДП остается неиспользованным, а вход сигнала перевода шин микропроцессора в пассивное состояние просто соединен через резистор с цепью питания. У микросхем К1858ВМ1, Т34ВМ1, Z-80 этот вход — вывод 25 ($\overline{BUSRQ}$), у КР580ВМ80 — вывод 13 (HOLD). Достаточно соединить его перемычкой с общим проводом и микропроцессор будет отключен.

Параллельно пассивному штатному микропроцессору нужно заранее подключить такой же заведомо исправный, объединив их одноименные выводы, за исключением, естественно, входа перевода в режим ПДП и нескольких выходов, не имеющих третьего состояния. Для соединений можно воспользоваться гибкими изолированными проводами (например, МГТФ-0,14) длиной не более 50 мм, а чтобы с гарантией уберечь новую микросхему от повреждений при пайке — предусмотреть для нее панель.

У микропроцессора Z-80CPU и его копий не имеют высокоимпедансного состояния лишь выходы $\overline{M1}$ (вывод 27) и $\overline{BUSAK}$ (вывод 23). Последний обычно свободен — проверьте это по схеме микроЭВМ или по печатным проводникам на ее плате. Проводник, идущий на плате к выводу 27, необходимо перерезать и соединить с одноименным выводом «навесного» микроконтроллера. Аналогичным образом поступают с подобными выводами микропроцессоров других типов.

Теперь все функции штатного микропроцессора берет на себя дополнительный. Если в результате микроЭВМ заработала — виновник отказа найден. Поскольку работоспособность восстановлена, подумайте, не имеет ли смысла оставить микропроцессор «навесным»? Усильте временные пайки, а чтобы исключить случайные замыкания, укрепите и изолируйте панель.

Решившись на полную замену неисправной микросхемы, каждый ее вывод лучше всего перекусить специально заточенными кусачками (их губки должны проходить между выводами), а потом, удалив микросхему, по одному очистить монтажные отверстия от остатков ее выводов.

Если дефект не устранен, приступайте к проверке описанным выше способом других микросхем. Микросхемы ОЗУ, ПЗУ и многие интерфейсные БИС можно перевести в пассивное состояние, установив высокий логический уровень на их входе $\overline{CS}$ (Chip Select — выбор микросхемы). Чтобы отключить БИС одноразрядного динамического ОЗУ, достаточно перерезать печатный проводник, идущий к ее единственному выходу. Конечно, к задаче необходимо подходить творчески, учитывая особенности конкретных микросхем. Например, у некоторых из них (серии К588) вход $\overline{CS}$ выполняет другие функции. У других нужный вход назван иначе ($\overline{CE}$, $\overline{OE}$).

Временной заменой ПЗУ можно воспользоваться, чтобы заставить микропроцессор проверяемой микроЭВМ выполнить специально разработанную тест-программу, помогающую выявить и локализовать неисправности.

Переведя микроконтроллер или другую БИС в пассивное состояние, бывает полезно еще до подключения «дублера» измерить вольтметром или с помощью осциллографа уровни напряжения на освобожденных выходах. Если такой выход соединен лишь с высокоомными входами КМОП микросхем, показания вольтметра могут оказаться любыми, все зависит от входного сопротивления последнего и утечек тока как внутри микросхем, так и между печатными проводниками на плате. Если с переведенным в пассивное состояние выходом связаны один или несколько входов микросхем структуры ТТЛ, напряжение должно находиться в пределах 1...2 В. Наличие в цепи резисторов, соединенных с шиной питания или общим проводом, приводит к установке соответствующего потенциала.

В любом случае полезно удостовериться в приблизительном равенстве уровней напряжения на всех выводах, например, шины данных отключенной БИС. Значительная разница — повод задуматься и внимательно проверить соответствующие цепи. Наиболее сложен случай, когда к одной и той же цепи подключены несколько выходов разных микросхем. В нормально работающем устройстве они никогда не бывают активны одновременно. Нарушение этого условия в результате неисправности цепей управления или дешифрации адреса одной или нескольких микросхем часто служит причиной неработоспособности микроЭВМ в целом.

В описании микропроцессора Z-80CPU сказано, что все его выходы находятся в высокоимпедансном состоянии во время действия сигнала начальной установки RESET. На самом деле (по крайней мере, у его отечественных аналогов) это не так: упомянутый сигнал устанавливает на выходах низкие логические уровни.

Переводом микропроцессора в режим ПДП можно воспользоваться для подключения к его шинам испытательного пульта с переключателями, задающими адрес и сигналы управления, и светодиодным индикатором состояния шины адреса. С помощью подобного пульта можно быстро проверить память и многие устройства ввода/вывода микроЭВМ. Информацию, хранящуюся в статическом ОЗУ (на микросхемах серий К537, К541, К132), пульт позволит читать и записывать без ограничений во времени. Однако учтите, остановленный микропроцессор Z-80CPU перестает вырабатывать сигналы регенерации содержимого динамического ОЗУ (обычно на микросхемах серии К565) и хранящиеся там данные будут потеряны. Хотя в микроЭВМ на микропроцессорах других серий регенерацией динамической памяти обычно занимаются видеоадаптер или БИС контроллера ПДП (КР580ВТ57), для правильной работы последних могут требоваться команды микропроцессора.

И в заключение расскажу о выполненном с использованием режима ПДП ремонте микроЭВМ «Дельта-С-02» с впаянными в плату БИС микропроцессора и ПЗУ. Внешне дефект проявлялся в том, что при включении микроЭВМ на экране соединенного с ней телевизора появлялась лишь черная рамка с белым бордюром. Еще не выведя обычные начальные сообщения и заставки, микроЭВМ «зависала».

Замена микропроцессора К1858ВМ1 «навесным» по приведенной выше методике результата не дала. Впрочем, работоспособность микропроцессора еще до этой проверки следовала из частичного выполнения процедуры инициализации — после нажатия на кнопку «Сброс» некоторое время на экране были видны бегущие вниз полосы на черном фоне.

Ремонт был продолжен несколько экзотическим образом. К «Дельте» через системный разъем был подключен другой, исправный «Спектрум», микропроцессор которого был остановлен

E-mail: chip@radio.ru
тел. 207-89-00

соединением входа $\overline{BUSRQ}$ с общим проводом. Отсутствующий в разъеме сигнал $\overline{M1}$ был подан из одной микроЭВМ в другую отдельным проводом.

ПЗУ «Дельты» было отключено по цепи $\overline{CS}$, а ОЗУ — блокировкой буфера чтения, так что запись в него осталась возможной параллельно с записью в ОЗУ исправной микроЭВМ, но читать данные микропроцессор мог только из последнего. В эту систему была загружена Бейсик-программа тестирования экранной области ОЗУ. Результат ее работы можно было наблюдать на экране подключенного к выходу неисправной микроЭВМ телевизора. Это и позволило выявить неисправность: при записи лог. 1 в микросхему DD27 ОЗУ «Дельты» она одновременно появлялась в аналогичной микросхеме DD31.

Хотя найти первопричину явления так и не удалось, неисправность была устранена без замены микросхемы. Оказалось достаточным уменьшить на 30 % амплитуду сигнала, а с ним и помехи на выводе 2 (информационном входе) микросхемы DD31. Это было сделано с помощью делителя напряжения из резисторов номиналом 2 и 5,6 кОм.

Небольшое дополнение для ремонтных служб предприятий. Наиболее распространенные в системах ЧПУ стойки 2Р22, 2У22, 2С42 на базе основной отечественной микроЭВМ общего назначения «Электроника-60» имеют машинную магистраль точно такой же организации, что и устройства ЧПУ токарными станками на базе микроЭВМ «Электроника НЦ-31». Поэтому ремонтные стенды, предназначенные для одной из подобных систем, подойдут и к другим. Нужно лишь изготовить переходники с соответствующими разъемами, учтя при этом различающиеся названия ряда сходных по функциям управляющих цепей.

Оптоэлектронное реле

И. НЕЧАЕВ, г. Курск

Оптоэлектронные реле — это электронные коммутаторы с управлением по оптическому каналу. Их основные достоинства — гальваническая развязка между цепью управления и коммутирующим элементом, а также отсутствие механических контактов. В управляющей цепи оптоэлектронных реле применяют излучающие диоды, а в качестве коммутирующего элемента — фототиристоры, фототранзисторы или полевые транзисторы. В последнем случае для управления транзисторами используют фотодиоды, работающие в режиме генерации напряжения.

Поскольку оптоэлектронные реле не всегда доступны, а иногда подобных приборов с необходимыми параметрами промышленность не выпускает, то для радиолюбителей представляют интерес их аналоги на дискретных элементах. Сделать такой аналог можно на основе мощных переключательных полевых транзисторов фирмы International Rectifier («Мощные полевые переключательные транзисторы фирмы International Rectifier» в «Радио», 2001, № 5, с. 45) и излучающих ИК диодов, используя свойство их обратимости. Схема оптоэлектронного реле и его включения для управления нагрузкой в сети 220 В показана на **рис. 1**.

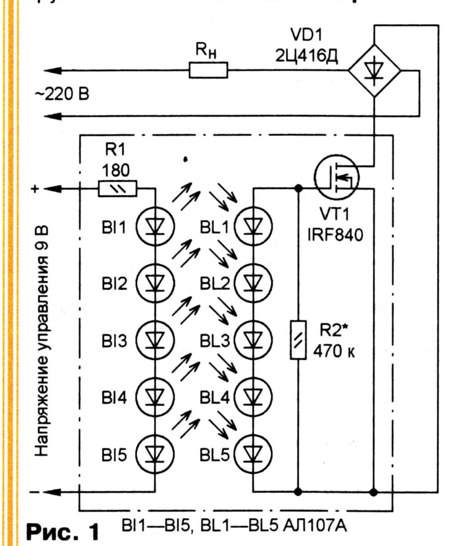


Рис. 1 BI1—BI5, BL1—BL5 АЛ107А

Для управления мощным переключательным полевым транзистором необходима очень малая статическая мощность сигнала. Чтобы открыть транзистор, указанный на схеме, достаточно на его затвор подать управляющее напряжение в пределах от 4,5 до 10 В. При этом сопротивление его канала уменьшится до 0,85 Ом. Требуемое для открывания транзистора напряжение генерируют излучающие ИК диоды BL1—BL5, которые работают в режиме фотодиодов. Излучающие диоды BI1—BI5 располагают точно напротив фотодиодов BL1—BL5. Излучающие диоды и резистор R1 образуют цепь управления. Когда по управляющей цепи протекает ток, ИК излучение попадает на фотодиоды, генерируемое напряжение поступает на затвор полевого транзистора и он открывается. Таким образом, для подключения нагрузки к сети необходимо подать напряжение на цепь управления.

Число фотодиодов зависит от напряжения на затворе, при котором полевой транзистор открывается. Поскольку при освещении на каждом фотодиоде возникает напряжение 0,9...1 В, то последовательно необходимо включить не менее пяти таких диодов. В цепи управления при токе 20...50 мА падение напряжения на каждом излучающем диоде составляет 1,1...1,2 В, поэтому для пяти диодов управляющее напряжение должно быть больше 6 В. В зависимости от его значения и необходимого тока через диоды вычисляют сопротивление резистора R1:

$$R1 = (U_у - NU_д)/I_д,$$

где $U_у$ — управляющее напряжение; $U_д$ — напряжение на диоде; N — число диодов; $I_д$ — ток излучающего диода.

Если необходимо уменьшить управляющее напряжение, то в цепи управления излучающие диоды допустимо включить параллельно, но для каждого из них следует подобрать свой токоограничивающий резистор.

Большинство деталей смонтировано на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита со стороны печатных проводников. Чертеж платы показан на **рис. 2**. Диоды размещают точно друг напротив друга с зазором около 1 мм и после налаживания приклеивают к плате. Сверху диоды закрывают светонепроницаемым экраном из изоляционного материала. Транзистор припаивают к плате, а место пайки заливают эпоксидным клеем.

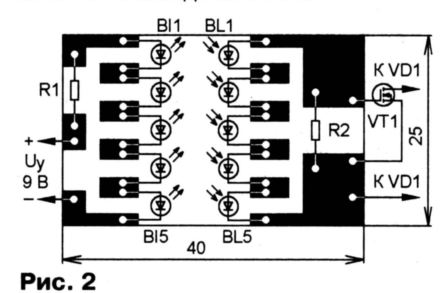


Рис. 2

В устройстве допустимо применить любые излучающие ИК диоды средней мощности, которые следует обязательно предварительно проверить на работоспособность в генераторном режиме. Используя другие полевые транзисторы, можно получить реле с требуемыми параметрами. Например, если установить транзистор IRLR2905, у которого напряжение открывания 2,5 В, число последовательно включенных фотодиодов можно уменьшить. При этом максимальный ток реле равен 30...40 А, но коммутируемое напряжение не должно превышать 55 В. В зависимости от мощности нагрузки транзистор возможно придется разместить на теплоотводе. Диодный мост VD1 должен обеспечивать требуемый ток нагрузки. ■

Разработано в лаборатории журнала «РАДИО»

Иследование PSpice-моделей аналоговых радиоэлементов

О. ПЕТРАКОВ, г. Москва

ШУМОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛЕВОГО ТРАНЗИСТОРА

При проектировании усилительных устройств важно учитывать шумовые свойства компонентов, поскольку после усиления необходимо получить хорошее соотношение сигнал/шум. Известно, что основной вклад в шумы вносят активные элементы. Шумы усилительного устройства получатся малыми, если в первой ступени установлен наименее шумящий активный прибор. Часто для этих целей используют полевые транзисторы.

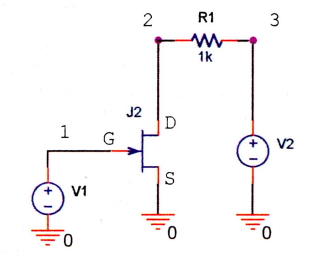


Рис. 27

Таблица 12

```
JFETNOIZ.cir — Noise Test Circuit
.PRINT NOISE INOISE ONOISE
.AC DEC 10 10 1MEG ; анализировать
* шумы в полосе 10 МГц
.NOISE V(2) V1
.PROBE
V1 1 0 AC 1 DC -5.9
V2 3 0 15
R1 2 3 1K
J1 2 1 0 KP312A
* Российский транзистор
.model KP312A NJF (Beta=0.46m
+Betatce=-.5 Rd=1 Rs=1 Lambda=3.1m
+Vto=-5 Vtotc=-5.5m Is=35f Isr=282f
+N=1 Nr=2 Xti=3 Alpha=291.6u
+Vk=443.6 Cgd=3.82p M=.42 Pb=1
+Fc=.5 Cgs=2.29p Kf=798.36E-18 Af=1)
.END
*-----------------------------------------------
.PRINT NOISE INOISE ONOISE
.AC DEC 10 10 1MEG
.NOISE V(2) V1
.PROBE
V1 1 0 AC 1 DC -5.9
V2 3 0 15
R1 2 3 1K
J1 2 1 0 J2N3824
* Японский транзистор
.model J2N3824 NJF(Beta=436.4u
+Betatce=-.5 Rd=1 Rs=1
+Lambda=5.333m Vto=-2.139
+Vtotc=-2.5m Is=181.3f Isr=1.747p N=1
+Nr=2 Xti=3 Alpha=2.543u Vk=152.2
+Cgd=4p M=.3114 Pb=.5 Fc=.5
+Cgs=4.627p Kf=378.3E-18 Af=1)
.END
```

Окончание. Начало см. в «Радио», 2002, № 3, 4, 6, 8

Собственные шумы полевого транзистора условно можно разделить на тепловые, избыточные и дробовые. Тепловой шум вызван хаотическим движением носителей заряда, создающих флуктуации тока и напряжения. На средних рабочих частотах полевого транзистора этот источник шума является основным.

Избыточный шум (или 1/f-шум) доминирует в области низких частот, его интенсивность возрастает примерно обратно пропорционально частоте. Источник этого шума — произвольные локальные изменения электрических свойств материалов и их поверхностных состояний. Он в сильной степени зависит от совершенства технологии и качества исходных материалов, но полностью принципиально не устраним. У современных полевых транзисторов с управляющим p-n переходом избыточный шум превышает тепловой только на частотах меньше 100 Гц, у МДП-транзисторов он более интенсивен и начинает заметно проявляться с частот, меньших 1...5 МГц.

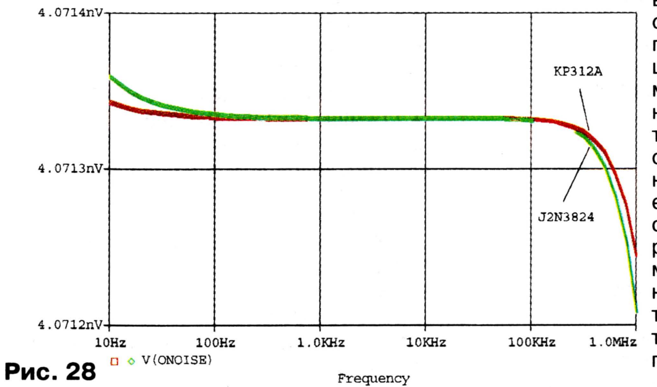


Рис. 28

Дробовый шум создается током утечки затвора. У полевых транзисторов он относительно мал, поэтому его обычно не учитывают, однако на высоких частотах, когда емкость затвора начинает играть существенную роль, он может быть заметен.

Приведем пример сравнения шумовых свойств моделей полевых транзисторов с управляющим p-n переходом: японского J2N3824 и отечественного КП312А. В схеме измерения (**рис. 27**) транзистор включен с общим истоком и работает на нагрузку сопротивлением 1 кОм. Используя возможности директив .AC и .NOISE, составим задание на моделирование (**табл. 12**), с помощью которого рассчитаем спектральную плотность выходного шумового напряжения $S_{U\ вых}(f)$, В²/Гц. Из графиков (**рис. 28**) видно, что транзисторы близки по шумовым свойствам, следовательно, с этой точки зрения транзистор КП312А полноценная замена J2N3824.

При расчете уровня внутреннего шума имена выходных переменных имеют стандартный вид:

INOISE — эквивалентный уровень шумового напряжения или тока на входе, равный $(S_{вх\ экв}(f))^{1/2}$;

ONOISE — уровень напряжения шума на выходе, равный $(S_{U\ вых}(f))^{1/2}$;

DB(INOISE) — эквивалентный уровень шумового напряжения или тока на входе в децибелах;

DB(ONOISE) — уровень напряжения шума на выходе в децибелах.

В программе Probe корень квадратный из спектральной плотности напряжения и тока внутреннего шума выводится в виде V(INOISE), I(INOISE), V(ONOISE).

Для того чтобы обе кривые построить на одном графике, проще всего в задание на моделирование поставить два задания друг за другом простым копированием через буфер и подставить в каждую часть имя интересующей модели.

ВЫХОДНЫЕ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БСИТ

МОП-транзисторы имеют характеристики, близкие к идеальным, для коммутатора, в качестве которых их широко используют. Однако в современных устройствах преобразования энергии требования к коммутаторам очень жесткие. Они должны работать на высокой частоте, при большом токе, быть экономичными. Главный недостаток МОП-транзисторов — относительно малое допустимое напряжение сток—исток. Кроме этого, сопротивление открытого транзистора возрастает пропорционально квадрату этого напряжения. У лучших экземпляров мощных высоковольтных полевых транзисторов напряжение насыщения при номинальном токе достигает нескольких вольт, соответственно, они рассеивают большую мощность. В этом отношении биполярные транзисторы значительно превосходят полевые.

Конечно, возникла идея объединить свойства этих приборов в одном корпусе. В результате был создан биполярный транзистор с МОП управлением, названный IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor — биполярный транзистор с изолированным затвором). В отечественной литературе его называют БСИТ — биполярный статически индуцированный транзистор.

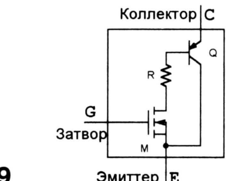


Рис. 29

Структурно БСИТ представляет собой биполярный транзистор, которым управляет низковольтный МОП-транзистор (**рис. 29**). В результате получен прибор, соединяющий достоинства полевых и биполярных транзисторов. У БСИТ практически отсутствует входной ток, они имеют отличные динамические характеристики

E-mail: misc@radio.ru тел. 207-88-18

Таблица 13

Транзистор	Производитель	$I_К$, А (Т=25 °С)	$U_{КЭ}$, В	$U_{нас}$, В ($I_К$=10 А)	P_{max}, Вт (Т=25 °С)
IXSH24N60	IXYS	48	600	2,2	150
IXSM30N60	IXYS	50	600	2,5	200
BUP604	Siemens	80	600	2,2	300
IRG4PC40F	IR	49	600	1,3	160
IRG4PC50F	IR	70	600	1	200
IRG4PF40W	IR	51	900	1,6	200
IRG4PH50K	IR	45	1200	2	200
APT30GT60	**APT**	**55**	**600**	**2**	**200**
BUZ384	Thomson	12	500	6	125

Сегодня выпускают БСИТ на номинальное напряжение 2000 В и более. При номинальном токе напряжение насыщения у них не превышает 2...3 В. В **табл. 13** приведены электрические характеристики некоторых распространенных БСИТ транзисторов, и для сравнения в последней строке приведены параметры мощного полевого транзистора BUZ384.

Построим семейство выходных характеристик моделей биполярного статически индуцированного транзистора APT30GT60 и мощного полевого транзистора BUZ384.

На **рис. 30, 31** показаны схемы измерения, а в **табл. 14, 15** приведен текст задания на моделирование. Напряжение на затворе транзисторов — параметр, образующий семейство ВАХ. Его изменяют в интервале от 4,5 до 6 В с шагом 0,5 В, а напряжение на коллекторе (и, соответственно, стоке) — в пределах от 0 до 50 В. В результате получим выходные характеристики модели БСИТ APT30GT60 (**рис. 32**) и модели полевого транзистора BUZ384 (**рис. 33**).

Графики показывают, что модели действительно отражают свойства реальных приборов и демонстрируют превосходство БСИТ над полевыми транзисторами, когда оба прибора работают в переключательном режиме. Так при токе 10 А напряжение насыщения для БСИТ APT30GT60 — примерно 2,4 В, а у полевого транзистора BUZ384 — 5,6 В. Значения отличаются примерно в 2,3 раза, соответственно, в открытом состоянии при токе 10 А транзистор APT30GT60 будет рассеивать в 2,3 раза меньшую мощность.

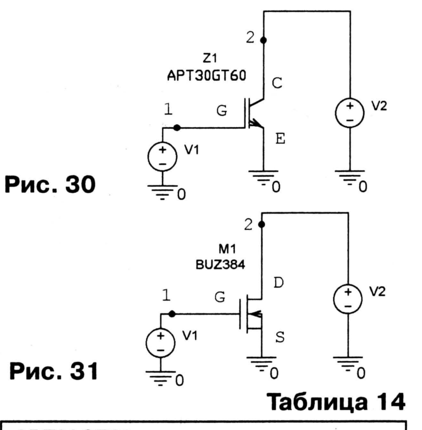


Рис. 30

Рис. 31

Таблица 14

```
APT30GT60 — выходные
* характеристики IGBT
.DC V2 0 50 0.1 V1 4.5 6 0.25
.OPTIONS RELTOL 0.0001
.Probe V(2) I(V2)
V2 2 0
V1 1 0
Z1 2 1 0 APT30GT60
*-------------------------------------------
      Модель IGBT транзистора
*-------------------------------------------
.MODEL APT30GT60 NIGBT
+ TAU=250.30E-9 KP=3.468
+ AREA=15.000E-6 AGD=4.21000E-6
+ VT=3.5260 KF=1.7366
+ CGS=10.514E-9 COXD=52.000E-9
+ VTD=-5
.END
```

Таблица 15

```
BUZ384 — Выходные характеристики
* n-MOSFET
.DC V2 0 50 0.1 V1 4.5 6 0.25
*.DC V2 5 20 0.2
*.OPTIONS ITL1=300 ITL2=200
.OPTIONS RELTOL 0.0001
.Probe V(2) I(V2)
V2 2 0
V1 1 0
X2 1 0 2 BUZ384
************************************************
*n-MOSFET* 500V 12A
.SUBCKT BUZ384 1 2 3
LS 5 2 7N
LD 95 3 5N
RG 4 11 5.5M
RS 5 76 3M
D334 76 95 DREV
.MODEL DREV D CJO=1.2N RS=20M
+ TT=500N IS=300P BV=600
M334 86 11 76 96 MBUZ
.MODEL MBUZ NMOS VTO=3.748
+ KP=6.535
M2 11 86 8 8 MSW
.MODEL MSW NMOS VTO=0.001 KP=5
M3 86 11 8 8 MSW
COX 11 8 5N
DGD 8 86 DCGD
.MODEL DCGD D CJO=0.826N M=0.604
+ VJ=1.014
CGS 76 11 3.02N
MRDR 86 86 95 86 MVRD
.MODEL MVRD NMOS VTO=-23.94
+ KP=.098
LG 4 1 7N
.ENDS
```

до частот 20...50 кГц. Потери в них растут пропорционально току, а не квадрату тока, как у полевых транзисторов. Максимальное напряжение на коллекторе БСИТ ограничено только технологическим пробоем.

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БСИТ

Нередко биполярные статически индуцированные транзисторы используют для работы в переключательных режимах. Проверим (**рис. 34**), как он работает с индуктивной нагрузкой. На вход подадим трапецеидальный импульс с крутым фронтом и пологим спадом. Задание на моделирование приведено в **табл. 16**, а результаты показаны на **рис. 35**. Полученные графики лишний раз подтвержда-

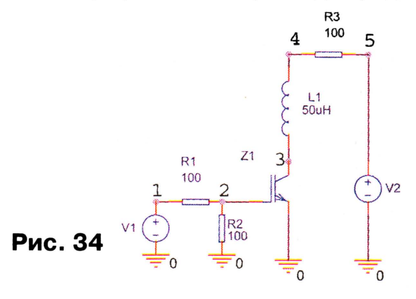


Рис. 34

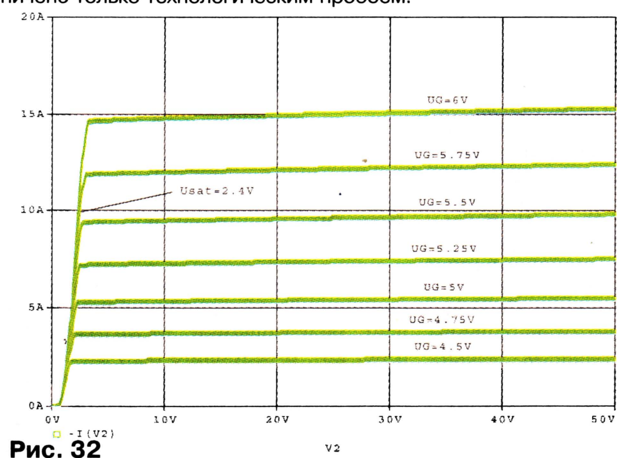


Рис. 32

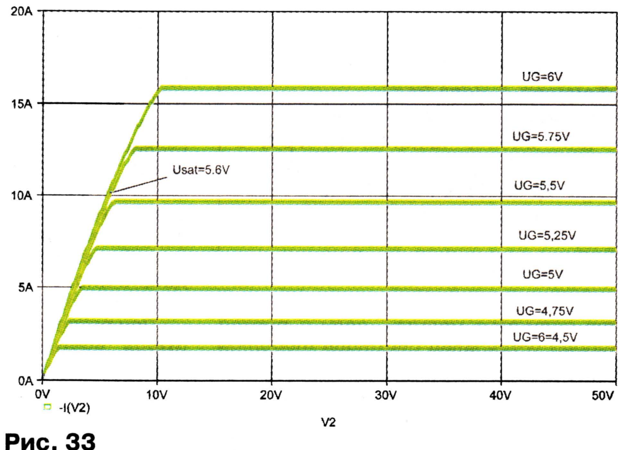


Рис. 33

E-mail: misc@radio.ru тел. 207-88-18

Таблица 16

```
APT30GT60 — Switching Test
.OPTIONS RELTOL=.0001
.TRAN 1N 4000N
.Probe V(3) I(V2) V(1)
R1 1 2 100
R2 2 0 100
R3 4 5 100
L1 3 4 50UH
V2 5 0 300
V1 1 0 PULSE 0 20 200n 10n 500N 1U
Z1 3 2 0 APT30GT60
*************************************************
.MODEL APT30GT60 NIGBT
+ TAU=250.30E-9
+ KP=1.5868
+ AREA=15.000E-6
+ AGD=4.2000E-6
+ VT=3.5260
+ KF=1.7366
+ CGS=10.514E-9
+ COXD=52.000E-9
+ VTD=-5
.END
```

ют, что транзистор, работающий на индуктивную нагрузку, следует выбирать с запасом по напряжению.

СОЗДАНИЕ СВЧ МОДЕЛЕЙ КОМПОНЕНТОВ

PSpice-модели электронных компонентов можно условно разделить на статические и динамические, низкочастотные и высокочастотные, для малого и большого сигналов. Подобная классификация позволяет организовать иерархический ряд моделей, отличающихся вычислительными затратами и допускающими переход от одной модели к другой в процессе моделирования. Очевидно, что наиболее точная и универсальная в таком ряду — динамическая высокочастотная модель большого сигнала.

Динамические модели большого сигнала описываются нелинейными уравнениями и требуют повышенных затрат машинного времени при расчете. В PSpice такие модели используют в основном для расчета режимов по постоянному току и анализа переходных процессов.

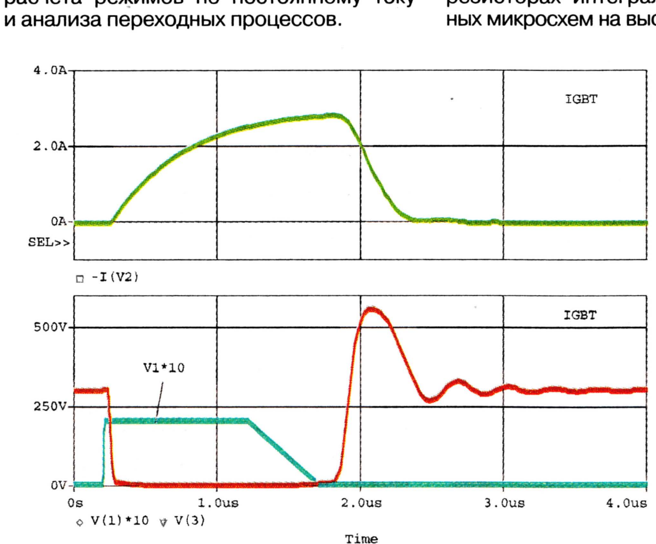


Рис. 35

Модели для малых сигналов существенно проще. Они описываются линейными уравнениями. Обычно их используют в расчетах при воздействии малых приращений сигнала, когда ВАХ прибора можно считать линейной в окрестности рабочей точки. В PSpice подобные модели применяют для расчетов в частотной области, а также расчета чувствительности и передаточных функций по постоянному току при малых сигналах.

Встроенные PSpice-модели пассивных и активных компонентов — динамические модели большого сигнала. Справедливы они для не очень высоких частот. Однако радиолюбителями уже давно освоен диапазон СВЧ, поэтому вполне логично научиться создавать модели дискретных компонентов, «работающих» на более высоких частотах — высокочастотные динамические модели большого сигнала.

Вычисления на частотах выше 100 МГц требуют учета разнообразных паразитных эффектов (индуктивность выводов, межвыводная емкость и т. д.). У дискретных резисторов небольшого сопротивления следует, прежде всего, учитывать индуктивность выводов. В первом приближении ее можно рассчитать по формуле $L_B=2h[\ell n(4h/d)-0{,}75]$, где h и d — соответственно длина и диаметр вывода, в см, L_B — индуктивность вывода, в нГн. Часто при расчетах принимают, что погонная индуктивность выводов примерно равна 1 нГн/мм. На частотах выше 200 МГц индуктивное сопротивление выводов составляет более 10 Ом, что может оказаться существенным, если номинальное сопротивление резистора невелико. Для резисторов же большого сопротивления серьезное влияние на параметры оказывает межвыводная емкость C_B. Полная высокочастотная модель дискретного резистора показана на **рис. 36**.

В пленочных резисторах гибридных микросхем и в диффузионных резисторах интегральных микросхем на высо-

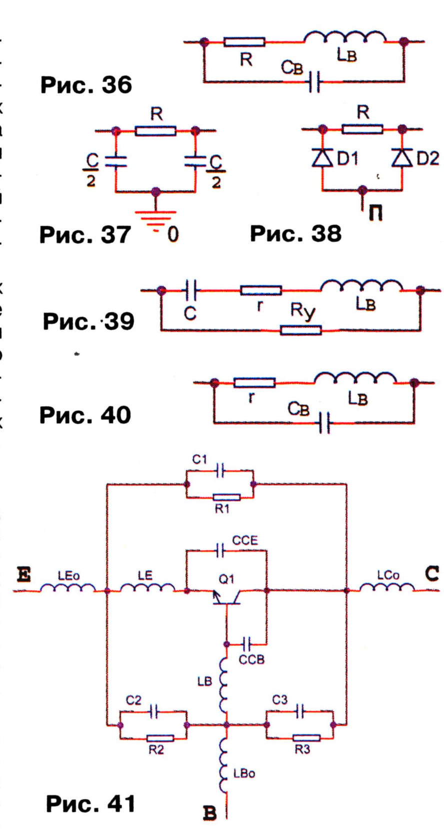


Рис. 36

Рис. 37

Рис. 38

Рис. 39

Рис. 40

Рис. 41

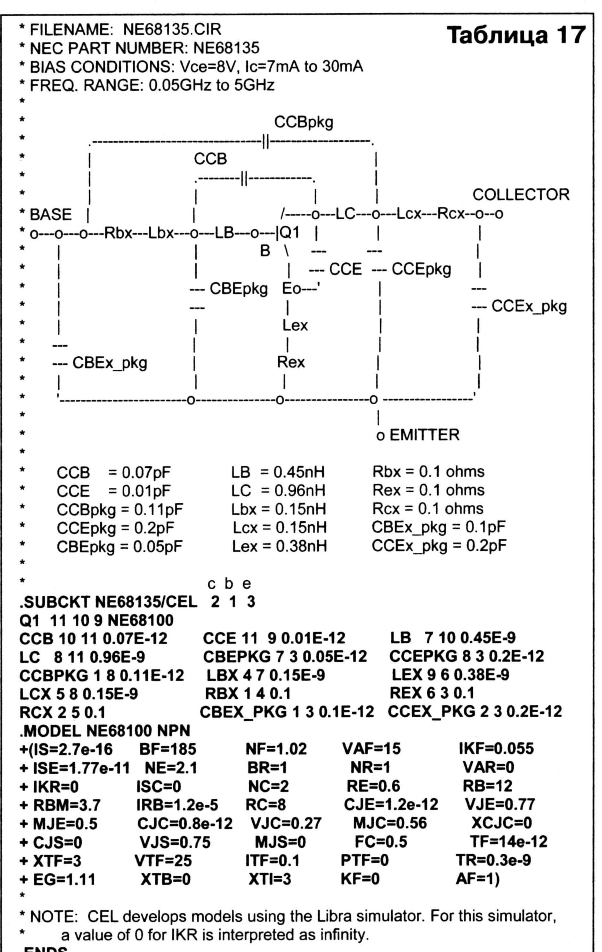


Таблица 17

```
* FILENAME:  NE68135.CIR
* NEC PART NUMBER: NE68135
* BIAS CONDITIONS: Vce=8V, Ic=7mA to 30mA
* FREQ. RANGE: 0.05GHz to 5GHz
*
*                         CCBpkg
*    .---------------------||----------------.
*    |                                        |
*    |              CCB                       |
*    |          .--------||-----------.       |
*    |          |                     |       |        COLLECTOR
* BASE |        |            /-----o---LC---o---Lcx---Rcx--o--o
* o---o---o---Rbx---Lbx---o---LB---o---|Q1  |           |
*   |                     |        B \   ---        ---     |
*   |                     |            |  --- CCE  --- CCEpkg  |
*   |                --- CBEpkg  Eo---'     |              ---
*   |                ---                |   |              --- CCEx_pkg
*   |                     |            Lex  |               |
*  ---                    |             |   |               |
*  --- CBEx_pkg           |            Rex  |               |
*   |                     |             |   |               |
*   '-------------------o-------------o-----o-----------------'
*                                           |
*                                           o EMITTER
*
*   CCB    = 0.07pF       LB  = 0.45nH     Rbx = 0.1 ohms
*   CCE    = 0.01pF       LC  = 0.96nH     Rex = 0.1 ohms
*   CCBpkg = 0.11pF       Lbx = 0.15nH     Rcx = 0.1 ohms
*   CCEpkg = 0.2pF        Lcx = 0.15nH     CBEx_pkg = 0.1pF
*   CBEpkg = 0.05pF       Lex = 0.38nH     CCEx_pkg = 0.2pF
*
*                  c b e
.SUBCKT NE68135/CEL  2 1 3
Q1  11 10 9 NE68100
CCB 10 11 0.07E-12      CCE 11  9 0.01E-12      LB  7 10 0.45E-9
LC  8 11 0.96E-9        CBEPKG 7 3 0.05E-12     CCEPKG 8 3 0.2E-12
CCBPKG 1 8 0.11E-12     LBX 4 7 0.15E-9         LEX 9 6 0.38E-9
LCX 5 8 0.15E-9         RBX 1 4 0.1             REX 6 3 0.1
RCX 2 5 0.1             CBEX_PKG 1 3 0.1E-12    CCEX_PKG 2 3 0.2E-12
.MODEL NE68100 NPN
+(IS=2.7e-16    BF=185       NF=1.02     VAF=15       IKF=0.055
+ ISE=1.77e-11  NE=2.1       BR=1        NR=1         VAR=0
+ IKR=0         ISC=0        NC=2        RE=0.6       RB=12
+ RBM=3.7       IRB=1.2e-5   RC=8        CJE=1.2e-12  VJE=0.77
+ MJE=0.5       CJC=0.8e-12  VJC=0.27    MJC=0.56     XCJC=0
+ CJS=0         VJS=0.75     MJS=0       FC=0.5       TF=14e-12
+ XTF=3         VTF=25       ITF=0.1     PTF=0        TR=0.3e-9
+ EG=1.11       XTB=0        XTI=3       KF=0         AF=1)
*
* NOTE:  CEL develops models using the Libra simulator. For this simulator,
*        a value of 0 for IKR is interpreted as infinity.
.ENDS
```


E-mail: misc@radio.ru тел. 207-88-18

кой частоте следует учитывать паразитную емкость. Если диффузионный резистор изолирован p-n переходом, это — нелинейная емкость изолирующего перехода. В таком случае при повышенной температуре может потребоваться учитывать еще и обратный ток перехода. Наконец, в некоторых случаях следует учитывать еще и выпрямительные свойства перехода, если в какие-то моменты он может открываться.

Строго говоря, на высоких частотах резистор ведет себя как распределенная RC-линия. Однако использовать многосекционные модели длинных линий вряд ли целесообразно. Весьма хорошая — сосредоточенная П-образная модель (**рис. 37, 38**). Здесь C — полная емкость изоляции. Она разбита на два конденсатора половинной емкости. Диоды D1 и D2 — одинаковые. Площадь каждого из них равна половине площади изолирующего p-n перехода. П — вывод подложки.

В высокочастотных моделях дискретных конденсаторов следует учитывать сопротивление потерь r и индуктивность выводов L_B, а в некоторых случаях, когда конденсатор используют во времязадающих цепях, — еще и сопротивление утечки $R_У$ (**рис. 39**). В интегральных микросхемах конденсаторы обычно реализованы обратно смещенными p-n переходами. При их моделировании следует пользоваться моделями диодов.

В высокочастотной модели дискретной катушки индуктивности необходимо принимать во внимание активное сопротивление обмотки r и межвитковую емкость C_B (**рис. 40**).

Встроенные модели транзисторов обычно справедливы до частот 30...100 МГц. На **рис. 41** показана эквивалентная схема нелинейной высокочастотной модели биполярного транзистора. Здесь C1—C3, R1—R3 — эквивалентные емкость и сопротивление утечки между выводами транзистора. Эти элементы включают только в том случае, если транзистор выполнен в корпусе. LE_O, LC_O, LB_O — эквивалентная индуктивность выводов, соответственно, эмиттера, коллектора и базы. Их вычисляют по приведенной выше формуле для расчета индуктивности вывода дискретного резистора.

На частотах несколько сотен мегагерц, по крайней мере, индуктивность LE_O всегда необходимо учитывать, поскольку при большом токе сопротивление эмиттера транзистора примерно такое же или даже меньше.

LE и LB, составляющие единицы наногенри, — индуктивность внутренних проводников, соединяющих эмиттер и базу с внешними выводами. CCE и CCB — внутренняя емкость между контактными площадками, соответственно, эмиттера и базы и контактом коллектора.

Подобные эквивалентные схемы, учитывающие высокочастотные эффекты, оформляют как макромодель и применяют вместо обычных моделей компонентов. Полагаю, что читателям, знакомым со статьей «Pspice-модели для программ моделирования« в «Радио» № 5—8 за 2000 г., не составит труда написать тексты макромоделей подобных компонентов самостоятельно. В **табл. 17**, в качестве примера, приведена макромодель СВЧ транзистора NE68135 фирмы CEL, справедливая до частоты примерно 5 ГГц. ■

Г. С. ГЕНДИН
Азбука радиолюбителя. — М., ИП Радиософт, 2003. — 256 с.



ГЕНДИН Геннадий Семенович, автор многих книг для радиолюбителей и статей в журналах, в издательстве «РадиоСофт» выпустил очередную свою книгу, но уже направленную юным радиолюбителям — «Азбука радиолюбителя». Надо заметить, что в настоящее время для этой группы радиолюбителей издается не так уж и много интересной специализированной литературы. Книгу Гендина Г. С. следует признать очень приятным исключением из общего правила.

Материал книги изложен в привычной для юных радиолюбителе форме проведения занятий по принципу «от простого к сложному». Всего 12 занятий — и вам откроются тайны физических явлений в области радиопередачи и приема. И не только откроются — на вашем рабочем месте будет собран радиоприемник, готовый по одному вашему нажатию кнопки вывести вас в путешествие по всему миру: миру звуков, миру музыки, миру новостей, миру дружеского общения.

Каждое занятие включает в себя теоретические основы рассматриваемого в данный момент явления, очень несложный набор необходимых для познания материала рассчетных формул, комплект контрольных вопросов для закрепления полученных сведений, рекомендации по подготовке рабочего места для выполнения практических монтажных работ и содержание самой работы. Рекомендации по изготовлению конкретных реальных радиоустройств очень просты и доходчиво изложены с учетом того, как это можно сделать в своей домашней лаборатории. Однако автор не забывает рассказать и о том, как эти же операции могут быть выполнены современными радиолюбительскими технологиями с использованием компьютерных программ.

Несомненно, книга станет очень хорошим помощником радиолюбителям, объединенным в школьные кружки, станции юных техников и другие творческие группы. Очень жаль, что издатели не смогли изыскать возможность и сделать забавные иллюстрации к этой книге цветными. Издание от этого только бы выиграло.

Замыслы автора материалами данной книги не ограничиваются, и он надеется продолжить свою работу. Пожелаем ему успехов в столь нелегком труде на благо нашего подрастающего поколения.





Д. Карр, К. Бриндли

Карманный справочник инженера электронной техники

Пер. с англ.
М., 110×200 мм, 2001 г., 480 с., 5000 экз.

Предлагаемый вниманию читателей справочник призван удовлетворить запросы большинства людей, интересующихся электроникой и связанными с ней областями. Справочник содержит огромный объем полезных сведений, начиная от основ строения полупроводниковых кристаллов и принципов работы электронных компонентов. Здесь можно найти список обозначений практически большинства параметров биполярных, однопереходных и полевых транзисторов, символьные обозначения логических схем и их функциональное назначение. Рассмотрены базовые элементы интегральных схем — усилители, генераторы, инверторы, триггеры, приведены цоколевка и параметры выпускаемых в настоящее время микросхем на основе биполярных и МОП-транзисторов, а также всевозможных твердотельных оптоэлектронных приборов — фотодиодов, светодиодов, оптронов, лазеров и т. д.

Особый интерес представляет раздел, содержащий справочные данные, которые могут оказаться полезными в самых различных ситуациях. В нем даны объяснения большинства использованных технических терминов, приведены список единиц физических величин и таблица их перевода из одних систем измерения в другие, таблицы соответствия чисел в различных системах счисления, аббревиатуры терминов, используемых в электронике, данные о радиотехнических кабелях и разъемах, выпускаемых промышленностью и многое другое. Книга содержит толковый и англо-русский словари, содержащие около 1400 терминов, используемых в электронике.

Справочник будет полезен инженерам электронной техники, студентам соответствующих специальностей, а также всем, интересующимся основами современной электроники.

Изготовление печатной платы

Занимаясь радиолюбительством уже не один десяток лет, я отработал для себя простую, но дающую хороший результат технологию изготовления печатных плат, в том числе и довольно сложных. Рисунок выполняю составом на основе печного или асфальтового лака. Поскольку сам лак хрупок и не очень хорошо держится на плате, добавляю в него 5...7 % типографской кислотостойкой краски. Смесь разбавляю бензолом или толуолом. Количество разбавителя определяю опытным путем — краска должна свободно вытекать из пера, но не растекаться по плате.

Перья я изготовил из латунных стержней шариковой авторучки. В наконечник каждого стержня впаял по отрезку иглы от шприца. Длина отрезка — около 10 мм. Иглы использовал разного диаметра. Рабочий конец перьев отполировал на стекле. Можно сделать перо из одноразового шприца на 1 мл.

Перо я окунаю в краску, излишек ее снимаю лоскутом ткани и рисую. По окончании работы оставшуюся в пере краску выдуваю и прочищаю канал тонкой стальной проволокой.

Заготовку платы предварительно размечаю с помощью штангенциркуля, после чего сверлю отверстия, очищаю фольгу от грязи и окислов. Рисунок начинаю с контактных площадок вокруг отверстий. Затем наношу рисунок проводников. Краска быстро подсыхает в процессе рисования, и можно сразу же исправить ошибки и убрать случайные помарки. Это удобно выполнять скальпелем под увеличительным стеклом.

Далее заготовку прогреваю в духовке газовой плиты в течение 5 мин при температуре 100...105 °С. При этом краска расплавляется и прочно сцепляется с фольгой, заполняя все микропустоты, которые могли появиться в процессе рисования. Трудно избежать налипания на рисунок пылинок или незаметных волокон, однако расплавляющаяся краска обволакивает их и не дает возможности проявиться при травлении.

Раствор для травления состоит из 3%-ной аптечной перекиси водорода и концентрированной соляной кислоты, продающейся в специализированных хозяйственных магазинах. Для обработки односторонней платы размерами 100×100 мм потребуется три флакона перекиси по 40 мл и 20 мл кислоты. Травление продолжается 15...20 мин. Раствор в ходе травления слегка нагревается и парит, поэтому кювету надо прикрыть листом стекла, а сам процесс проводить в хорошо проветриваемом помещении.

Края печатных проводников слегка подтравливаются, поэтому не следует передерживать плату в растворе. По этой же причине ширина проводников не должна быть меньше 0,5 мм. Можно в том же количестве раствора протравить и двустороннюю плату тех же размеров, но процесс надолго затянется.

Обработанную плату промывают струей воды. Краску с рисунка лучше всего снимать тканевым тампоном, пропитанным ацетоном. Она не размазывается по плате, а свертывается и легко удаляется.

М. ДОРОФЕЕВ

г. Москва

Очистка поверхности от остатков клея

Некоторые радиолюбители рисунок будущих проводников на заготовке печатной платы выполняют наклеиванием на нее полос, нарезанных из липкой ленты—скотча. После травления, когда полосы ленты снимают, на поверхности платы часто остаются участки, покрытые остатками клея. То же самое происходит при удалении наклеек и этикеток с корпусов аппаратуры, с коробок, аудио- и видеокассет и пр.

Удалить остатки клея механически довольно трудно, вода, спирт, растворители на основе ацетона на него не действуют, да и не всегда применимы.

Я предлагаю простой способ удаления остатков клея без использования растворителей, которым я пользуюсь уже много лет. Взяв небольшой, но широкий отрезок нового скотча, липкую его сторону я прокатываю промокательными движениями по загрязненной поверхности. Изменяя направление этих движений, всегда удается быстро очистить практически любую поверхность.

По мере загрязнения чистящая способность скотча снижается и его надо заменять свежим.

Если вы заметили, что часть клея с нового скотча остается на обрабатываемой поверхности, продолжайте процесс до полного ее очищения. У меня еще не было случая, когда бы не удалось полностью избавиться от остатков старого клея.

Д. СИРОТА

г. Дальнереченск Приморского края

Удаление краски с протравленной платы

После травления заготовки платы ставшую уже ненужной нитрокраску, покрывающую проводники, удаляют либо механически (счищают наждачной бумагой, лезвием ножа), либо растворителями (тампоном, пропитанным, например, ацетоном). Второй способ применяют гораздо чаще, поскольку он надежно обеспечивает сохранность печатных проводников.

Однако столь простой процесс подчас растягивается надолго, приходится потратить довольно много растворителя, и все-таки на плате остаются заметные следы краски. Я предлагаю вместо тампона использовать кусок жесткого поролона и сопровождать стирание краски ацетоном промывкой под струей теплой воды.

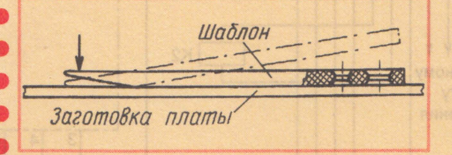
В результате платы остаются чистыми, бережнее расходуется растворитель и экономится время.

И. РУДЗИК

г. Хмельницкий, Украина

Улучшение трафарета

Для рисования чертежа проводников на заготовке печатной платы многие пользуются самодельными трафаретами , изготовленными из листового органического стекла толщиной 3...4 мм. Такие трафареты во многом облегчают и ускоряют процесс изготовления платы, но им присущи и свои минусы.



Если вы на фольге размечаете карандашом будущие контактные площадки, то из-за частичного осыпания грифеля к концу работы рисунок из-за сдвижения трафарета выглядит грязным. А когда приступили к работе краской или тушью, в момент поднятия трафарета для установки его в новую позицию часто происходит смазывание только что нарисованного кружка.

Чтобы устранить эти недостатки, достаточно на одном из краев трафарета (если он выполнен в форме линейки, то на одном из ее концов) со стороны, прилегающей к плате, напильником выполнить скос, как показано на **рисунке**. После нанесения на фольгу очередного кружка достаточно нажать на скошенный хвостовик (на рисунке показано стрелкой) — трафарет поднимется и его будет удобно переместить в новое положение.

Нижнюю сторону трафарета следует обработать грубой наждачной бумагой или наклеить полосы из липкой ПВХ ленты, чтобы уменьшить его скольжение во время нанесения рисунка.

С. КАСИНСКИЙ

г. Ульяновск

E-mail: technol@radio.ru
тел. 207-88-18

Инверторный источник сварочного тока

Опыт ремонта и расчет электромагнитных элементов

В. ВОЛОДИН, г. Одесса, Украина

Инверторные источники сварочного тока (ИИСТ), иногда не совсем правильно называемые высокочастотными, имеют явные преимущества перед классическими трансформаторными (меньшие масса и объем, превосходные нагрузочные характеристики), но не получили у нас широкого распространения. Вероятнее всего, из-за высокой, недоступной большинству потенциальных потребителей, стоимости.

Многие радиолюбители пытаются самостоятельно изготовить ИИСТ. Однако и на этом пути возникают значительные трудности, в первую очередь, связанные с отсутствием опыта разработки энергонапряженных устройств, в которых значения тока и напряжения выходят далеко за привычные пределы.

Автор делится опытом ремонта ИИСТ промышленного изготовления, потребовавшего подбора вышедшим из строя силовым элементам и довольно значительных изменений в схеме. Приводится методика расчета основных электромагнитных элементов ИИСТ.

В один прекрасный момент в мои руки попал неисправный сварочный аппарат RytmArc фирмы Castolin Eutectic, выпущенный в 1988 г. Бывший хозяин, уже не веря, что прибор можно отремонтировать, отдал его на запчасти. При осмотре аппарата выяснилось, что этот типичный представитель семейства ориентированных на бытовое применение однофазных ИИСТ малой мощности выполнен по типичной для аппаратов такого класса схеме однотактного прямоходового полумостового инвертора и предназначен для ручной электросварки постоянным током 5...140 А при относительной продолжительности сварки до 100 % цикла сварка/пауза.

В исходном варианте инвертор был построен на мощных высоковольтных биполярных составных транзисторах ESM2953, которые и вышли из строя. Неисправными также оказались несколько транзисторов меньшей мощности, а некоторые детали просто отсутствовали.

В такой ситуации наиболее оправданным показалось решение купить новые транзисторы и заменить ими сгоревшие. Однако торговая фирма, в которой нашлись нужные транзисторы, предложила их по цене 65 долл. США за штуку при условии покупки целой упаковки — 50 штук. Естественно, этот вариант не прошел, и пришлось искать альтернативу. Выбор пал на биполярные транзисторы с изолированным затвором (Insulated Gate Bipolar Transistors — IGBT [1]) IRG4PC50U, которые свободно продавали в розницу по цене 14 долл. США за штуку.

В отличие от ESM2953, коллектор транзистора IRG4PC50U электрически соединен с его теплоотводящим основанием. Поэтому было решено, установив каждый IGBT на алюминиевую пластину размерами 30×25×4 мм, прижать последние к основному теплоотводу через слюдяные прокладки толщиной 0,5 мм. Так как слюды необходимой толщины в наличии не было, прокладки набраны из нескольких слоев более тонкой, «склеенных» теплопроводной пастой.

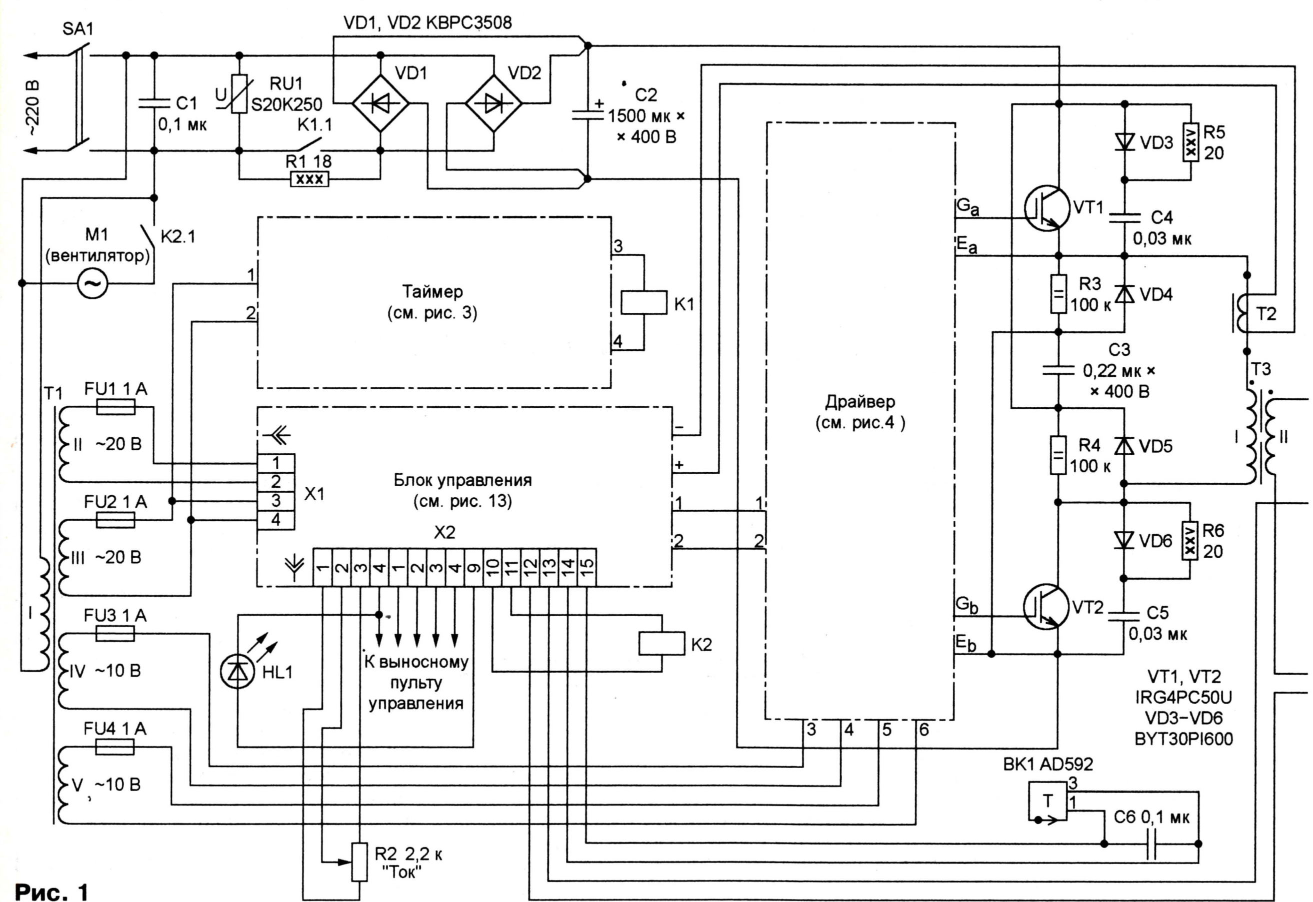


Рис. 1

E-mail: power@radio.ru тел. 207-89-00

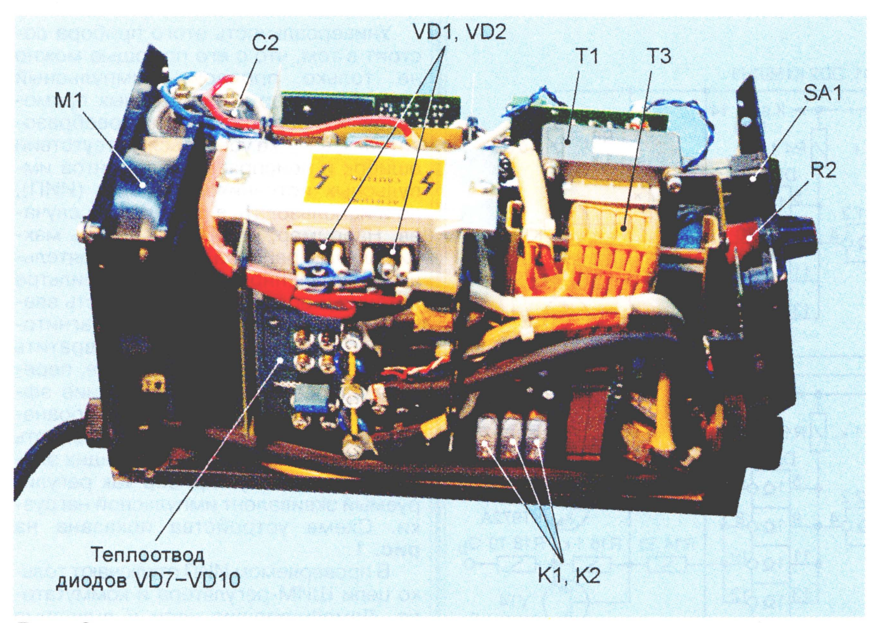
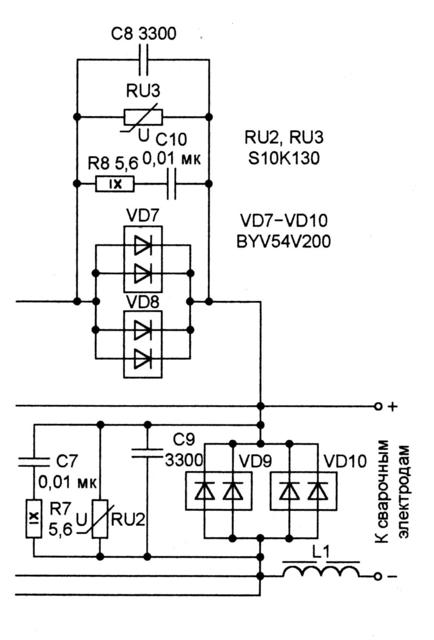


Рис. 2

Чтобы запустить ИИСТ, потребовалось разработать и изготовить новый драйвер для управления IGBT и утерянный таймер ограничителя тока зарядки конденсатора фильтра сетевого выпрямителя. Плата блока управления, к счастью, ремонта не потребовала. Восстановленный аппарат безотказно функционирует уже более четырех лет.

Схема ИИСТ после ремонта приведена на **рис. 1**, а его внешний вид со снятой крышкой — на **рис. 2**, где отмечены основные элементы. Ввиду отсутствия заводской документации позиционные обозначения элементов с «фирменными» не совпадают.



Использованные в данном ИИСТ технические решения типичны для приборов такого класса. Тем, кто собирается ремонтировать или даже самостоятельно конструировать подобные приборы, полезно ознакомиться с его устройством подробнее.

При замыкании выключателя SA1 переменное напряжение 220В, 50Гц поступает на первичную обмотку трансформатора T1, питающего все электронные узлы ИИСТ (кроме собственно инвертора), а через ограничивающий начальный бросок тока резистор R1 — на выпрямитель из двух соединенных параллельно диодных мостов VD1 и VD2.

Пульсации выпрямленного напряжения сглаживает оксидный конденсатор C2. По истечении требующейся для полной зарядки этого конденсатора приблизительно 1 с срабатывает таймер (его схема показана на **рис. 3**) и замкнувшиеся контакты реле K1.1 шунтируют резистор R1, исключая последний из цепи потребляемого от сети тока и устраняя таким образом бесполезную потерю энергии.

Фактически в ИИСТ в качестве K1 установлены два одинаковых реле, обмотки и контакты которых соединены параллельно. Еще одно реле K2 по сигналам, поступающим с платы блока управления, включает и выключает вентилятор M1. Датчиком температуры служит укрепленный на теплоотводе мощных транзисторов преобразователь температура—ток BK1.

Инвертор на IGBT VT1 и VT2 преобразует выпрямленное сетевое напряжение в импульсное частотой приблизительно 30 кГц. Трансформатор T3 обеспечивает гальваническую развязку между сварочной цепью и сетью. Его коэффициент трансформации выбран таким, что амплитуда импульсов на вторичной обмотке вдвое больше заданного напряжения холостого хода ИИСТ. Подробно о принципе действия однотактного полумостового инвертора можно прочитать, например, в [2, 3].

Трансформатор тока T2 включен последовательно в цепь первичной обмотки трансформатора T3 и предназначен для контроля протекающего здесь тока.

В высокочастотных импульсных инверторах индуктивности намагничивания и рассеяния трансформаторов вместе с паразитной индуктивностью монтажа накапливают значительную реактивную энергию. Превращение ее в тепло привело бы к значительному снижению КПД устройства. Поэтому, применяя специальные схемные решения, накопленную энергию стараются передать в нагрузку или рекуперировать — возвратить в источник питания.

В моменты изменения состояния силовых ключей каждая индуктивность, в том числе паразитная, становится источником импульсов напряжения самоиндукции, зачастую опасной для элементов преобразователя величины. Для уменьшения амплитуды этих импульсов предназначены демпфирующие RC-цепи с диодами и без них. Чтобы уменьшить вредную для работы ИИСТ индуктивность рассеяния, желательно применять трансформаторы с тороидальными магнитопроводами, а детально продуманная компановка аппарата уменьшает индуктивность монтажа.

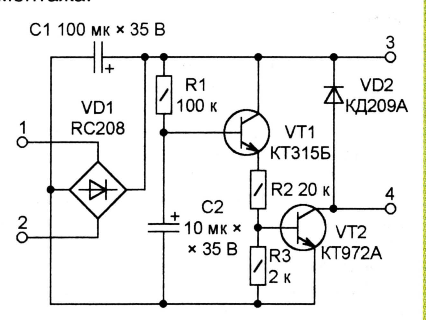


Рис. 3

Напряжение вторичной обмотки трансформатора T3 выпрямляет однополупериодный выпрямитель на диодах, находящихся в четырех диодных сборках VD7—VD10 (по два диода в каждой). Дроссель L1, включенный последовательно в сварочную цепь, сглаживает выпрямленный ток.

Блок управления генерирует открывающие IGBT инвертора импульсы, регулируя их скважность таким образом, чтобы внешняя нагрузочная характеристика ИИСТ соответствовала необходимой для высококачественной электросварки. На входы контроллера поступают сигналы обратной связи по напряжению (с выхода выпрямителя) и по току (со вторичной обмотки трансформатора тока T2). Переменным резистором R2 регулируют сварочный ток.

На **рис. 4** показана схема драйвера, усиливающего вырабатываемые блоком управления импульсы до амплитуды, необходимой для управления IGBT VT1 и VT2. Он разработан взамен драйвера, управлявшего биполярными транзисторами, установленными в ИИСТ до ремонта.

Трансформатор T1 изолирует входные цепи двух идентичных каналов драйвера от блока управления и друг от друга. В данном случае трансформатор как изолирующий элемент имеет неоспоримое преимущество перед оптроном, так как при правильном выборе параметров

E-mail: power@radio.ru
тел. 207-89-00

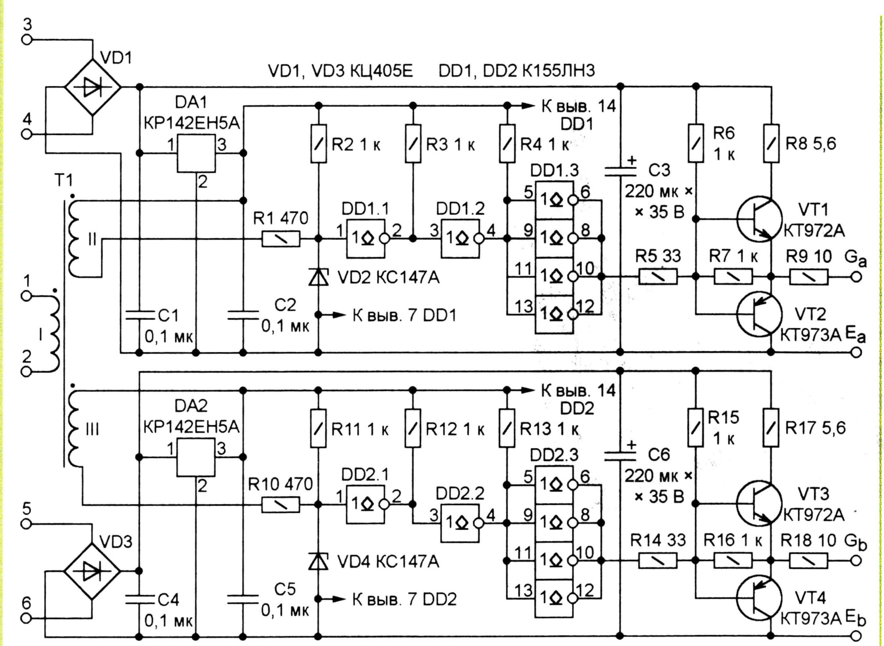


Рис. 4

автоматически ограничивает длительность поступающих на затворы IGBT импульсов величиной, при которой еще не входит в насыщение магнитопровод силового трансформатора Т3 (см. рис. 1). Вторичные обмотки II и III изолирующего трансформатора подключены таким образом, что каналы работают синфазно, что и требуется для правильной работы однотактного инвертора.

Рассмотрим работу одного из каналов — верхнего по схеме.

Импульсы с обмотки II трансформатора Т1 через резистор R1 поступают на вход формирователя, собранного на микросхеме DD1. Усилитель мощности на транзисторах VT1 и VT2 обеспечивает быструю зарядку и разрядку характерной для IGBT довольно значительной емкости между затвором и эмиттером. Резистор R9 предотвращает колебательный процесс в контуре, образованном индуктивностью соединительного провода и входной емкостью IGBT.

Выпрямитель и стабилизатор напряжения питания собраны на диодном мосте VD1 и микросхеме DA1. Переменное напряжение на выпрямитель поступает от отдельной изолированной вторичной обмотки трансформатора Т1 (см. рис. 1). При изготовлении драйвера следует обращать особое внимание на качество изоляции между его каналами. Она должна выдерживать напряжение, превышающее удвоенную амплитуду сетевого.

Приступая к самостоятельной разработке ИИСТ, приходится столкнуться с множеством вопросов, которые при ремонте даже не возникают — все они уже так или иначе решены разработчиками и изготовителем.

Наибольшие сложности связаны с выбором полупроводниковых приборов, коммутирующих большой ток при сравнительно высоком напряжении. Очень важен правильный выбор схемы инвертора, расчет и конструирование его электромагнитных элементов. При отсутствии опыта разработки разумно стремиться к повторению «обкатанных» решений.

Проблема усложняется тем, что практически отсутствует литература, в которой можно найти готовые проверенные методики проектирования ИИСТ. В [3], например, изложение настолько лаконично, что имеющиеся там расчеты практически невозможно распространить на специфические задачи разработки сварочного источника.

В приводимом далее материале выводы расчетных соотношений изложены довольно подробно. По мнению автора, это позволит радиолюбителям глубже понять происходящие в электромагнитных компонентах ИИСТ процессы и при необходимости скорректировать изложенную методику.

В условиях такой резкопеременной нагрузки, как сварочная дуга, однотактный прямоходовой полумостовой инвертор выгодно отличается от других. Он не требует симметрирования, не подвержен такой болезни, как сквозные токи, ему достаточно сравнительно простого узла управления. В отличие от обратноходового инвертора, форма тока в элементах которого треугольная, в прямоходовом она прямоугольная. Поэтому при одном и том же токе нагрузки амплитуда импульсов тока в прямоходовом инверторе почти в два раза меньше.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Воронин П.** Силовые полупроводниковые ключи. — М.: Додэка-XXI, 2001, с. 71—77.

2. **Бас А., Миловзоров В., Мусолин А.** Источники вторичного электропитания с бестрансформаторным входом. — М.: Радио и связь, 1987, с. 43.

3. **Найвельт Г.** Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры. — М.: Радио и связь, 1986, с. 75,76, 406—407, 466—472.

(Продолжение следует)

Универсальность этого прибора состоит в том, что с его помощью можно не только проверить импульсный трансформатор в однотактных прямоходовых и обратноходовых преобразователях, а также убедиться в отсутствии ошибок и неисправных элементов импульсных источников питания (ИИП), но и использовать в ряде других случаев. Например, чтобы определить максимальный рабочий ток самостоятельно изготовленного дросселя в фильтре питания и оценить необходимость введения воздушного зазора в магнитопровод, что позволит предотвратить его насыщение и, как следствие, перегрев дросселя, а также снижение эффективности фильтрации. Или проанализировать нагрузочную способность блока питания и его фильтрующих элементов, используя прибор как регулируемый эквивалент импульсной нагрузки. Схема устройства показана на **рис. 1**.

В проверяемом ИИП отключают только цепи ШИМ-регулятора и коммутатора. Демпфирующие цепи и выходные выпрямители с эквивалентом нагрузки оставляют подключенными к трансформатору источника питания. Другими словами коммутирующий транзистор испытателя будет имитировать работу штатного коммутатора, что позволит проверить фазировку трансформатора, отсутствие замыканий и исправность используемых в ИИП элементов. Работу прибора иллюстрируют диаграммы сигналов, показанные на **рис. 2**.

На триггерах Шмитта DD1.1 и DD1.2 собран генератор, вырабатывающий импульсы частотой f=100 кГц, что соответствует их периоду T=1/f=10 мкс, и длительностью $t_и$=2 мкс. Коэффициент заполнения импульсов равен $D=t_и/T=0{,}2$. Его можно изменять подбором резисторов R4, R6 или заменить их подстроечным резистором в несколько десятков килоом, вывод движка которого следует подключить к катодам диодов VD1, VD2. Если потребуется изменить частоту повторения импульсов, достаточно установить конденсатор С4 другой емкости.

Параллельно соединенные элементы DD1.3 и DD1.4 инвертируют импульсы, вырабатываемые генератором, и умощняют их. Кроме того, триггеры Шмитта DD1.3 и DD1.4 являются одним из компонентов цепи защиты. В случае возникновения перегрузки коммутирующего транзистора VT2 они препятствуют прохождению импульсов на выход устройства.

Усиленные транзистором VT1 импульсы через разделительный трансформатор Т1 поступают на затвор транзистора VT2. Полевой транзистор открывается, и сопротивление его канала уменьшается. Через первичную обмотку импульсного трансформатора проверяемого ИИП, транзистор VT2 и резистор R9 начинает протекать линейно нарастающий ток. За время действия импульсов в обмотках исправного трансформатора наводится напряжение, поступающее на выходной выпрямитель, которое можно проконтролировать вольтметром или осциллографом. О нормальном режиме работы устройства свидетельствует свечение светодиода HL2 «Проверка».

Универсальный прибор для проверки ИИП

С. КОСЕНКО, г. Воронеж

При разработке и испытании импульсных источников питания радиолюбители нередко сталкиваются с ситуацией, когда вроде бы правильно собранный блок питания «отказывается» работать. Достаточно ошибочно изменить полярность хотя бы одного из нескольких выпрямительных диодов на выходе устройства или нарушить фазировку любой обмотки трансформатора, и последствия могут быть самыми непредсказуемыми, вплоть до повреждения весьма дорогих ШИМ контроллеров и коммутирующих транзисторов. Предотвратить такое неприятное явление поможет универсальный испытатель, о котором пойдет речь в этой статье.

Следует обратить внимание на тот факт, что во время проверки ИИП используются два независимых источника питания. Один из них, слаботочный (I_{max}=0,2 А), с выходным напряжением 10...15 В после дополнительной стабилизации микросхемой DA1 на уровне 8 В питает цепи управления, индикации и защиты устройства. Второй, сильноточный (I_{max}=5 А), является источником испытательного напряжения для проверяемых элементов. Для этой цели удобно использовать штатный сетевой

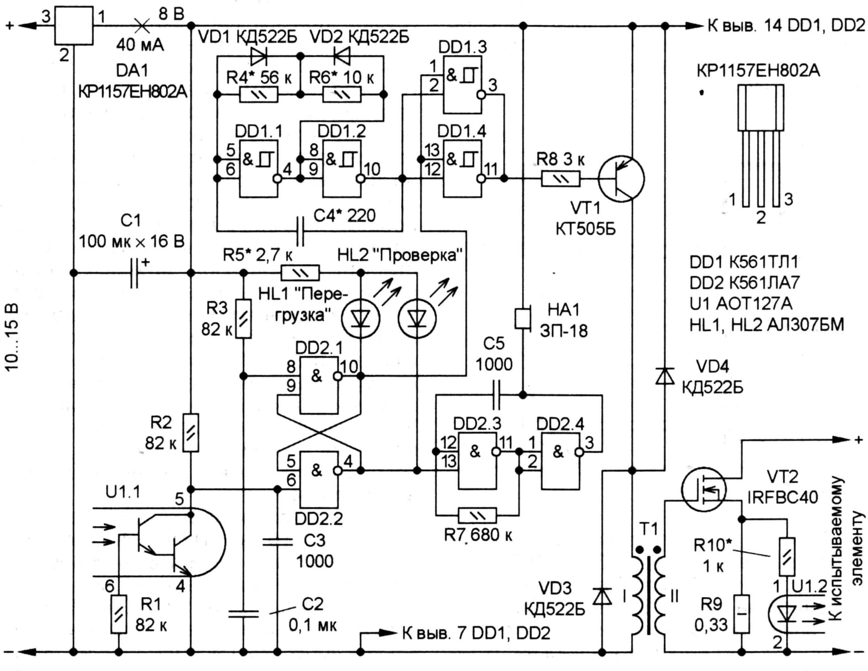


Рис. 1

выпрямитель ИИП. Поэтому, хотя трансформатор Т1 и оптрон U1 в устройстве обеспечивают гальваническую развязку между названными источниками, во время проверки, **чтобы избежать поражения электрическим током, следует помнить о том, что цепь, соединенная с транзистором VT2 и резистором R9, находится под напряжением сети**.

Если амплитуда напряжения пилообразных импульсов на резисторе R9 превысит некоторое пороговое значение, при котором ток излучающего диода оптрона U1 будет достаточным для открывания его фототранзистора, сигнал перегрузки с коллектора последнего запретит прохождение импульсов от генератора. Включенный параллельно участку коллектор—эмиттер фототранзистора конденсатор С3 небольшой емкости повышает помехоустойчивость устройства.

В описываемом испытателе применен коммутирующий транзистор IRFBC40, у которого максимальный ток стока равен 6,2 А, а напряжение сток—исток — 600 В. Пороговый уровень тока выбран 5 А, а напряжение срабатывания защиты составит 0,33 Ом × 5 А = 1,65 В. Мощность, рассеиваемая датчиком тока (R9) при коэффициенте заполнения импульсов D ≈ 1, должна быть не менее $(1,65)^2/0,33 \approx 8,25$ Вт. Когда прибор используют для оценки нагрузочной способности ИИП (D=0,2), эта же мощность должна быть не менее 8,25×0,2 = 1,65 Вт. Если же испытатель предполагается использовать только для проверки индуктивных элементов ИИП, как в нашем случае, с учетом пилообразной формы импульсов тока мощность резистора должна быть не менее 1,65×0,5=0,825 Вт.

Конечно, импортный транзистор можно заменить отечественным КП707В2 или аналогичным, но для них параметры датчика тока необходимо будет пересчитать в соответствии с приведенными выше соотношениями и учесть при налаживании устройства.

Рассмотрим работу цепей защиты на элементах DD2.1 и DD2.2.

К верхнему по схеме входу RS-триггера (вывод 8 DD2) подключена цепь R3C2, постоянная времени которой равна 8,2 мс. Она обеспечивает временную задержку появления на входе высокого уровня, необходимую, чтобы триггер узла защиты привести в исходное состояние. Такая особенность проиллюстрирована на рис. 2 наличием временного интервала t_{min} между включением устройства и началом проверки ИИП. Практически это накладывает ограничения на очередность включения двух названных независимых источников питания: сначала следует включить слаботочный, затем — сильноточный, а выключать в обратной последовательности, сначала сильноточный, затем — слаботочный. Соблюдение этого правила предотвратит повреждение коммутирующего транзистора VT2 первым же импульсом в момент включения устройства. Кроме того, рекомендую при первом включении ИИП не подавать полное сетевое напряжение, а плавно увеличивать его, например, с помощью лабораторного автотрансформатора.

В случае перегрузки коммутирующего транзистора RS-триггер переключается в нулевое состояние. На выводах 1, 13 элементов DD1.3 и DD1.4 высокий уровень сменяется низким, и дальнейшее прохождение импульсов блокируется. Переключившийся RS-триггер отключает светодиод HL2 «Проверка» и включает светодиод HL1 «Перегрузка». Генератор на элементах DD2.3 и DD2.4 вырабатывает предупреждающий звуковой сигнал. После выключения питания и устранения перегрузки через некоторое время, необходимое для разрядки конденсаторов С1 и С2, устройство готово к повторному включению.

Применение устройства для оценки тока насыщения дросселя, используемого в выходном фильтре ИИП, имеет свои особенности. Рассмотрим их подробнее.

На **рис. 3** показана схема подключения испытателя в этом случае.

Блок питания (БП) — сильноточный: его максимальный ток должен превышать выбранное для цепей защиты прибора пороговое значение 5 А. Параллельно испытываемому дросселю подключают диод VD1. Здесь допустимо использовать КД212А или подобный. Частота коммутации может оказаться очень большой, особенно для дросселей с индуктивностью в сотни и тысячи микрогенри. Поэтому на время измерения параметров дросселя, возможно, потребуется значительное уменьшение рабочей частоты при неизменной (или регулируемой) длительности импульса. Быстродействие также можно повысить введением стабилитрона VD2 с рабочим напряжением, несколько превышающим измерительное. Желательно также, чтобы напряжение на выходе БП было регулируемым.

E-mail: power@radio.ru
тел. 207-89-00

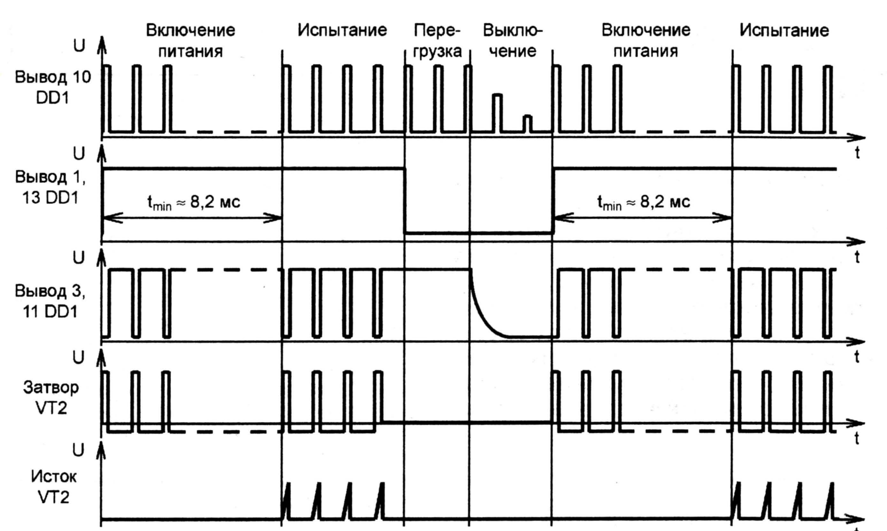


Рис. 2

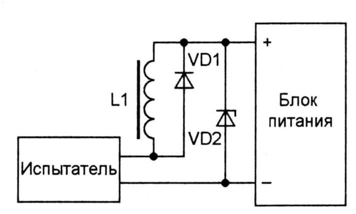


Рис. 3

Параллельно резистору R9 испытателя подключают осциллограф. Возможные варианты А и Б наблюдаемых диаграмм падения напряжения на датчике тока U_{R9}, а также напряжения $U_{З-И}$ на затворе коммутирующего транзистора показаны на **рис. 4**.

Как известно, напряжение U, приложенное к дросселю, вызывает линейное увеличение тока ΔI в нем. Эта зависимость математически выражается уравнением $\Delta I=(U/L)\Delta t$ или, другими словами, напряжение 1 В, приложенное к дросселю с индуктивностью 1 Гн, вызовет через 1 с увеличение тока в нем на 1 А. Если числитель и знаменатель дроби в правой части равенства умножить на коэффициент 10^{-6}, получаем важное следствие: для определения изменения тока ΔI в амперах в формулу можно подставлять индуктивность в микрогенри, а время — в микросекундах, что мы и будем использовать при измерениях.

Предположим, что на выходе БП установлено напряжение U = 20 В, и при некотором выбранном дросселе диаграмма напряжения U_{R9} принимает вид А (рис. 4). Оценим свойства дросселя.

Очевидно, что пиковое значение тока $I = U/R = 0{,}4/0{,}33 \approx 1{,}2$ А, и можно сделать заключение, что оцениваемый дроссель окажется вполне работоспособным при фильтрации тока вплоть до 1,2 А. Более того, с помощью испытателя можно оценить индуктивность дросселя, для чего необходимо воспользоваться соотношением $L = (U/\Delta I)\Delta t$. Подставляя соответствующие значения, получим $L = (20/1{,}2)2 \approx 33$ мкГн. Конечно, на точность определения влияют многие показатели: допуск номинала токоизмерительного резистора, погрешность измерения напряжения и временного интервала с помощью осциллографа, токоограничивающий эффект в измерительной цепи, обусловленный активным сопротивлением дросселя и резистором R9, и некоторые другие факторы. Но по самым грубым оценкам, суммарная погрешность измерения индуктивности дросселя этим методом не превысит 20 %. Такая точность вполне достаточна для оценки фильтрующих свойств дросселя в составе выходного фильтра ИИП.

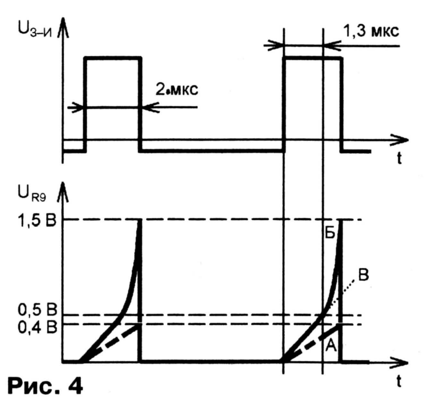


Рис. 4

Теперь, не меняя дроссель, увеличим напряжение на выходе БП до 40 В и при этом получим вариант Б диаграммы, показанной на рис. 4. Важно, чтобы пиковое значение напряжения U_{R9} при этом не превысило порогового уровня, установленного для цепей защиты, иначе измерения будут невозможны. Как видно из рисунка, это условие выполнено. Вычисления, аналогичные предыдущим, позволяют сделать выводы:

1) предельное значение тока (ток насыщения) составляет 1,5 А;

2) индуктивность дросселя равна 34,5 мкГн.

Незначительное несоответствие результатов указывает на возросшую погрешность измерений, что связано с затруднениями при определении точки перегиба на кривой Б. Обычно для этого используют изготовленный из бумаги трафарет, прикладываемый к изображению кривой на экране осциллографа, как это иллюстрирует линия В на рис. 4. Поэтому во время проведения измерений целесообразно уменьшать напряжение на выходе БП до значения, при котором диаграмма принимает строго линейный вид, подобный линии А, и использовать полученные результаты для оценки индуктивности дросселя и тока насыщения в нем.

Увеличение вероятности возникновения насыщения в дросселе при небольшом токе связано с применением замкнутых магнитопроводов из материала с высокой магнитной проницаемостью (более 200). Чтобы избежать насыщения, следует использовать кольца из магнитодиэлектрика на основе альсифера или молибден-пермаллоевых сплавов либо вводить немагнитный зазор. Если сравнить ферритовые кольцевые, Ш-образные и броневые магнитопроводы, следует признать, что более технологичны в смысле создания немагнитного зазора два последних, хотя и не исключено применение в качестве слабонасыщающихся магнитопроводов отрезков ферритовых стержней, используемых в радиоприемниках для магнитных антенн (чем ниже магнитная проницаемость, тем лучше).

И последний вариант применения прибора при испытаниях ИИП — в качестве регулируемого эквивалента нагрузки, причем нагрузки импульсной, что особенно актуально для источников питания, используемых в составе УМЗЧ. Пиковая, максимальная, средняя, музыкальная, тепловая и ряд других терминов, характеризующих мощность, производную от импульсных воздействий, не зря были придуманы специалистами для оценки этого класса радиоустройств. Конечно, в данном случае генератор в испытателе необходимо перестроить на диапазон звуковых частот и предусмотреть регулировку коэффициента заполнения коммутирующих импульсов, как это было рекомендовано в начале статьи. При измерениях следует обратить внимание на тепловой режим микросхемы DA1 и транзистора VT1. Возможно, при коэффициенте заполнения импульсов, близком к 1, потребуется их замена более мощными элементами.

В зависимости от выходной мощности и выходного напряжения ИИП понадобятся несколько резисторов сопротивлением в единицы—десятки ом с рассеиваемой мощностью 30...50 Вт. При их отсутствии в качестве эквивалента нагрузки допустимо использование автомобильных ламп с рабочим напряжением 12 В, причем среди них легко подобрать экземпляры, рассчитанные на номинальный ток от долей до десятков ампер. Если максимальной рассеиваемой мощности при токе через коммутирующий транзистор, равном 5 А, окажется недостаточно для полной нагрузки ИИП, высоковольтный полевой транзистор IRFBC40 можно заменить низковольтным, например, IRFZ48N, у которого максимальный постоянный (средний) ток — 45 А, а импульсный — до 210 А.

Схема соединений при использовании прибора в качестве регулируемого эквивалента импульсной нагрузки

приведена на **рис. 5**. Включенный в измерительную цепь амперметр покажет среднее значение тока. Если показания амперметра разделить на коэффициент заполнения импульсов, получим амплитудное (пиковое) значение тока в цепи нагрузки. При коэффициенте заполнения импульсов, близком к 1, нагрузка для ИИП максимальная.

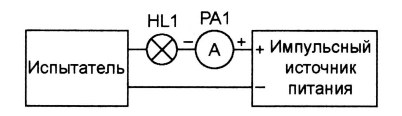


Рис. 5

Коммутирующий транзистор VT2 в испытателе следует установить на теплоотвод площадью 100...200 см². Микросхемный стабилизатор КР1157ЕН802А заменим зарубежным аналогом 78L82 или более мощными регулируемыми отечественными КР142ЕН12А, КР142ЕН12Б. Микросхему К561ТЛ1 допустимо заменить на К561ЛА7. Вместо КТ505Б можно использовать любой высокочастотный транзистор средней мощности соответствующей структуры. Пьезокерамический звукоизлучатель НА1 — любой доступный. Диоды КД522Б заменимы любыми маломощными кремниевыми, например, серий КД521, КД522, оптрон — любой из серий АОТ127, АОТ128. Светодиоды — любые с хорошо видимым свечением при токе около 5 мА. Конденсатор С1 — любой оксидный указанной емкости, остальные — любые керамические. Все резисторы — МЛТ, С1-4, С2-23, за исключением импортного R9.

Трансформатор Т1 — импульсный ФИТ-5. Если такой найти не удалось, трансформатор изготавливают самостоятельно. Его магнитопроводом служат два сложенных вместе кольца К10×6×3 из феррита с магнитной проницаемостью 1500...2000. Острые кромки колец скругляют надфилем, магнитопровод покрывают изоляционным лаком и после его высыхания наматывают 100 витков в два провода ПЭЛШО 0,12. Подключать трансформатор следует с учетом фазировки обмоток I и II, показанной на рис. 1. Трансформатор можно также изготовить на основе броневых магнитопроводов Б14 или Б18. В этом случае обмотки, содержащие по 50...70 витков провода ПЭВ-2 0,12—0,17, следует надежно заизолировать друг от друга.

Налаживание устройства начинают с проверки параметров импульсов на выходе генератора (вывод 10 DD1). При необходимости их корректируют подбором емкости конденсатора С4 и сопротивления резисторов R4 и R6. Затем отсоединяют верхний по схеме вывод резистора R10 и подключают его к плюсовому выводу регулируемого источника питания, минусовый вывод которого соединяют с выводом 2 оптрона U1. Плавно увеличивая напряжение, регистрируют момент пропадания импульсов на выходах элементов DD1.3, DD1.4. Подбирая резистор R10, добиваются отсутствия импульсов при напряжении 1,65±0,05 В, после чего восстанавливают соединение.

На следующем этапе подбором резистора R5 устанавливают ток светодиодов HL1, HL2 около 5 мА. В последнюю очередь проверяют полярность импульсов на затворе транзистора VT2. Если они не соответствуют рис. 2, меняют фазировку одной из обмоток трансформатора Т1.

Завершающий этап — контроль работоспособности коммутирующего транзистора VT2, для чего устройство подключают к сетевому выпрямителю проверяемого ИИП в соответствии с рис. 5. В ИИП обязательно должны быть выключатель сетевого напряжения, плавкий предохранитель на 2 А и цепь ограничения пускового тока. В качестве нагрузки используют осветительную лампу на напряжение 220 В мощностью 60 Вт. Желательно, но не обязательно в цепь включить амперметр постоянного тока с пределом измерения 0,5 А. После включения сетевого выпрямителя на испытатель несколько раз подают и снимают питающее напряжение 10...15 В. При работающем генераторе лампа будет светиться в полнакала, а амперметр покажет ток примерно 0,08 А. Соблюдая осторожность, с помощью осциллографа контролируют импульсы на стоке транзистора VT2. Если транзистор неисправен, лампа будет светиться наполовину ярче обычного и не будет реагировать на выключение питающего напряжения прибора. Неисправный транзистор следует заменить, и после дополнительной проверки устройство готово к работе.

Для расширения возможностей прибор можно дополнить двумя переключателями, коммутирующими наборы резисторов R4, R6 и конденсатора С4 разных номиналов, с помощью которых устанавливают несколько фиксированных значений частоты и коэффициента заполнения импульсов. ■

Сигнализатор открытой двери холодильника

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Предлагаемый сигнализатор подаст звуковой сигнал, если дверь бытового холодильника остается открытой более нескольких минут. Устройство включают в разрыв цепи питания лампы накаливания, освещающей холодильную камеру при открытой двери, и размещают за защитным щитком лампы в самой камере или, например, в верхнем приборном отсеке холодильника. В результате подключения сигнализатора эффективное значение напряжения, поступающего на лампу, уменьшается всего на 2 В, что никак не отражается на ее яркости.

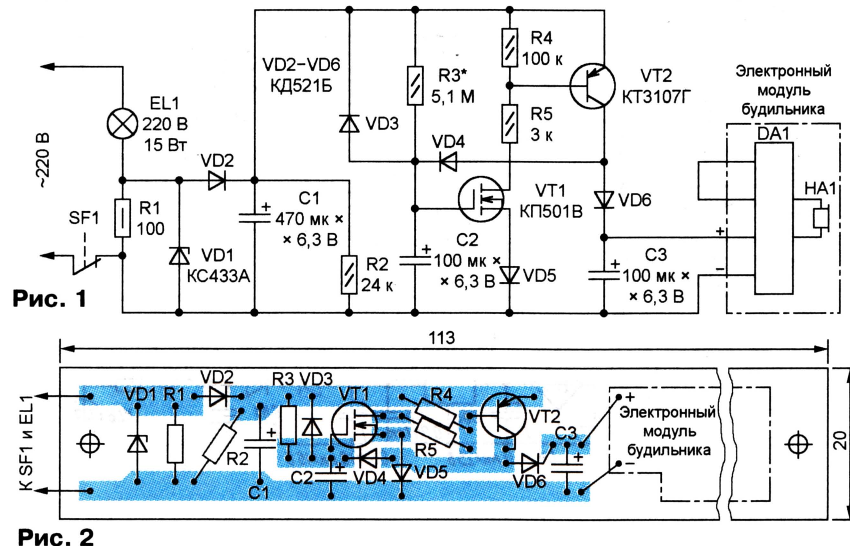


Рис. 1

Рис. 2

Схема прибора показана на **рис. 1**. Выключатель SF1 и лампа EL1 — элементы конструкции холодильника. Его закрытая дверь удерживает контакты выключателя разомкнутыми. При открытой двери контакты замкнуты и в цепи лампы EL1 течет ток. Для питания сигнализатора использовано напряжение, падающее на резисторе R1. Оно ограничено стабилитроном VD1 и выпрямлено диодом VD2.

Сразу после открывания двери конденсатор С2 разряжен, поэтому транзисторы VT1 и VT2 остаются закрытыми. Идет зарядка этого конденсатора через резистор R3. Если дверь не закрывают слишком долго, растущее напряжение на затворе полевого транзистора VT1 успевает превысить пороговое (с учетом падения напряжения на диоде VD5), в результате транзисторы VT1 и VT2 начинают открываться. Благодаря положительной обратной связи через диод VD4 процесс завершается лавинообразно.

При полностью открытых транзисторах на выводы питания электронного модуля электромеханического будильника через диод VD6 поступает напряжение, близкое к номинальному (1,5...2 В). Те выводы модуля, к которым первоначально были подключены замыкавшиеся при

срабатывании будильника контакты, соединены перемычкой, поэтому имеющийся в модуле излучатель HA1 подает прерывистый звуковой сигнал.

Закрытая дверь холодильника размыкает контакты выключателя SF1, в результате ток в цепи лампы EL1 прекращается, напряжение на конденсаторе C1 быстро падает и лишившийся питания сигнализатор умолкает. Благодаря диоду VD3 конденсатор C2 быстро разряжается, после чего прибор готов к повторному отсчету выдержки.

Устройство смонтировано на плате из фольгированного стеклотекстолита размерами 113×20 мм, показанной на **рис. 2**. Если ее предполагается поместить внутрь холодильной камеры, монтаж следует обязательно покрыть несколькими слоями влагостойкого лака, например, МЛ-92Т или ФЛ-98.

На плате могут быть установлены резисторы МЛТ, С2-23, С1-4. Конденсатор C2 следует выбирать с возможно меньшим током утечки, например, К53-4. Можно попробовать установить здесь импортный оксидный конденсатор фирм «PHILIPS», «RUBYCON», «DON», «XENIA» на рабочее напряжение 35...63 В. Используя конденсаторы К50-35 или К53-19, получить достаточно стабильную выдержку длительностью в несколько минут невозможно.

Диоды — любые серий КД521, КД522, КД103, КД503, КД512, Д223, 1N4148. Стабилитрон КС433А заменяют на КС407А, BZX55C3V3, 1N4728A и другие отечественные и импортные с напряжением стабилизации 3,3 В при токе не менее 100 мА. Транзистор КП501В можно заменить аналогичным с другим буквенным индексом или одним из имеющихся в составе микросхем КР1064КТ1А, К1014КТ1, КР1014КТ1. Транзистор КТ3107Г при необходимости заменяют любым маломощным кремниевым структуры p-n-p.

Электронный модуль, извлеченный из кварцевого электромеханического будильника «KANSAI» китайского производства, приклеивают к плате сигнализатора в указанном на рис. 2 месте. Срок службы механических узлов подобных будильников обычно не превышает года, но их электроника еще способна функционировать продолжительное время. Подойдут модули и от других будильников, в том числе отечественного производства. Учтите, время непрерывной подачи звукового сигнала многими из них ограничено одной минутой.

Налаживание сигнализатора заключается в установке желаемой задержки включения звука подборкой номиналов резистора R3 (его можно заменить несколькими, соединенными последовательно) и конденсатора C2. Чтобы не подвергать себя опасности электроудара, делать это рекомендуется, не подключая сигнализатор к холодильнику. Достаточно подать на выводы конденсатора C1, соблюдая полярность, напряжение 3...3,5 В от любого источника.

Следует отметить, что добиться задержки более 5 мин очень затруднительно. При установке внутрь холодильника сигнализатора, отрегулированного при комнатной температуре, выдержка обычно немного уменьшается. ■

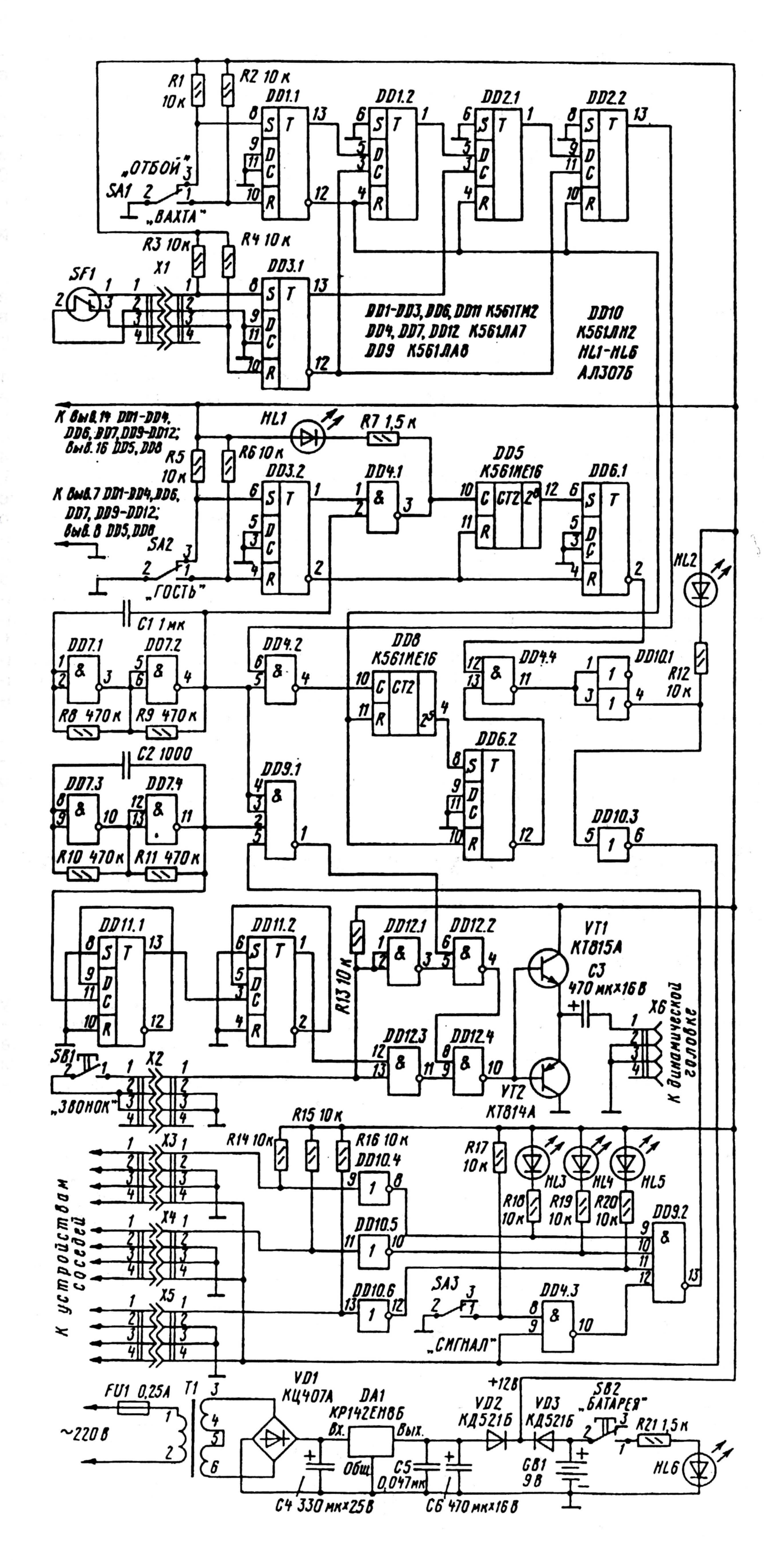


Рис. 1

Соседи охраняют квартиру

А. ФАДЕЕВ, г. Москва

Чтобы обезопасить себя от квартирных краж, одна часть населения устанавливает стальные двери, решая эту проблему в одиночку. Другая , немногочисленная, за определенную ежемесячную плату использует систему сигнализации, установленную в квартире вневедомственной охраной. Последнее возможно далеко не всегда, ибо помимо всего прочего требует наличия в квартире телефона. Автор этой статьи предлагает еще один путь охраны квартир — объединение с соседями на основе электронного охранного устройства. Следует подчеркнуть, что это объединение может быть только добровольным и что оно не влечет за собой никаких юридических обязательств. Объединившиеся для охраны своих квартир соседи должны быть готовы и к определенным неудобствам. К тому, что вполне возможны ложные срабатывания системы (увы, и в ночное время), в том числе и из-за отказов техники или из-за элементарной забывчивости соседа. Публикуя описание «добрососедского электронного охранного устройства», редакция полагает, что читателей заинтересует эта тема и будут созданы усовершенствованные варианты.

Охранная сигнализация объединяет четыре квартиры, в которых устанавливают по одному одинаковому устройству. Допустим, сосед (условно — номер 2), уходя из квартиры, переключает устройство в режим «Вахта». После закрытия входной двери оно автоматически перейдет в ждущий режим, в котором может находиться длительное время. Когда сосед (2) вернется и откроет входную дверь, то он должен переключить устройство в режим «Отбой» в течение 30 с. Если этого не сделать, устройство подаст сигнал тревоги на другие устройства соседям (1, 3 и 4). Все устройства имеют светодиодную и звуковую индикацию. Соседи, услышав сигнал, определят, в какой квартире сработала сигнализация, и смогут вместе принять меры.

Бывает, что звонят в квартиру в тот момент, когда вы никого не ждете. Вы можете включить устройство в режим «Гость» и открыть входную дверь. Устройство начинает отсчитывать время около четырех минут, чтобы подать сигнал. Этого времени достаточно, чтобы выяснить личность и цель прихода гостя и, при необходимости, успеть отключить режим в течение этого времени.

Квартиры могут быть расположены не только на одном этаже, но и на разных. Длина соединительного провода между квартирами — до 20 м. Работоспособность охранной сигнализации с проводом большей длины не проверялась.

Схема одного из устройств показана на **рис. 1**. Триггер DD1.1 устраняет дребезг контактов переключателя SA1. При переключении SA1 в нижнее по схеме положение "Вахта" на информационном входе D триггера DD1.2 (вывод 5) появится высокий уровень. Триггер DD3.1 устраняет дребезг контактов геркона SF1, установленного в дверном блоке.

При первом открывании входной двери (после переключения SA1) геркон SF1 переключится в верхнее по схеме положение, триггер DD3.1 перейдет в нулевое состояние (высокий уровень на инверсном выходе). Триггер DD1.2 изменит свое состояние на единичное. Выходя из квартиры, хозяин закрывает дверь, геркон SF1 переключается в исходное положение и триггер DD2.1 переходит в единичное состояние. Блок включился в режим охраны.

Если дверь открыли второй раз, необходимо переключить SA1, отменив режим «Вахта». В противном случае на выходе триггера DD2.2 появляется высокий уровень, который разрешает прохождение секундных импульсов с генератора, выполненного на элементах DD7.1 и DD7.2 на счетчик DD8. При появлении высокого уровня на выходе 2^5 счетчика DD8 (вывод 4) переключается триггер DD6.2 и зажигается светодиод HL2.

С выхода элемента DD10.3 высокий уровень поступает на выводы 4 разъемов X3—X5 и на один из входов элемента DD4.3. Если переключатель SA3 находится в нижнем по схеме положении «Сигнал», сигнал звуковой частоты с генератора, выполненного на элементах DD7.3 и DD7.4, поступает через элементы DD9.1, DD12.2, DD12.4 и усилительный каскад на транзисторах VT1, VT2 на разъем X6 и далее на динамическую головку. При верхнем положении SA3 звуковой сигнал не пройдет. Какой из этих двух режимов лучше, решать самому хозяину.

При нажатии на кнопку квартирного звонка SB1 «Звонок», независимо от положения SA3, звуковой сигнал поступит на динамическую головку, но с частотой в четыре раза ниже (две октавы). Частоту делит делитель частоты на триггерах DD11.1 и DD11.2. Это сделано для того, чтобы не путать сигнал звонка с аварийным сигналом.

При переключении SA2 в нижнее по схеме положение включается режим «Гость». Триггер DD3.2 переходит в единичное состояние, и секундные импульсы начинают поступать на счетчик DD5. Светодиод HL1 начинает мигать. Когда на выходе 2^8 счетчика DD5 (вывод 12) появится высокий уровень (примерно через четыре минуты), триггер DD6.1 переключится и на его инверсном выходе будет низкий уровень. Включится светодиод HL2, сигнализирующий о срабатывании аварийной системы. Как и в предыдущем случае, появляется высокий уровень на выводах 4 разъемов X3—X5.

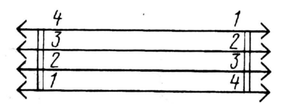


Рис. 2

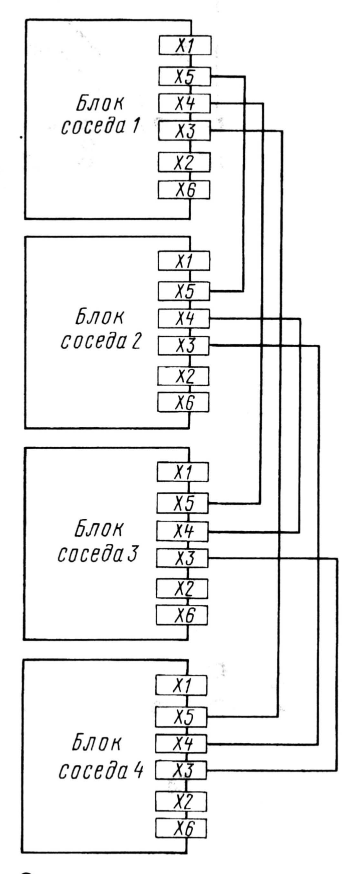


Рис. 3

Устройства связаны между собой плоским телефонным четырехпроводным кабелем с двойной изоляцией. Распайка разъемов кабелей показана на **рис. 2**. На **рис. 3** показана схема соединения блоков соседей. Здесь каждой соединительной линии соответствует четырехпроводный кабель. В случае срабатывания охранной сигнализации в одной из квартир высокий уровень появится на выводах 1 одного из разъемов X3—X5 всех других квартир. У всех соседей сигнал проинвертируется одним из инверторов DD10.4—DD10.6 (см. рис. 1). Включится один из светодиодов HL3—HL5, сигнализирующий о проблеме у соседа. Низкий уровень на одном из входов 9, 10 или 11 микросхемы DD9.2 позволит пропустить сигнал звуковой частоты через элемент DD9.1 и далее, независимо от установки переключателя SA3 на их блоках. Обрыв провода, соединяющего квартиры, вызовет включение сигнала во всех квартирах.

Устройства питаются от сети 220 В. В случае отключения сетевого напряжения автоматически подключается батарея GB1 «Крона». Кнопка SB2 служит для проверки исправности батареи, не вынимая ее из корпуса. Если

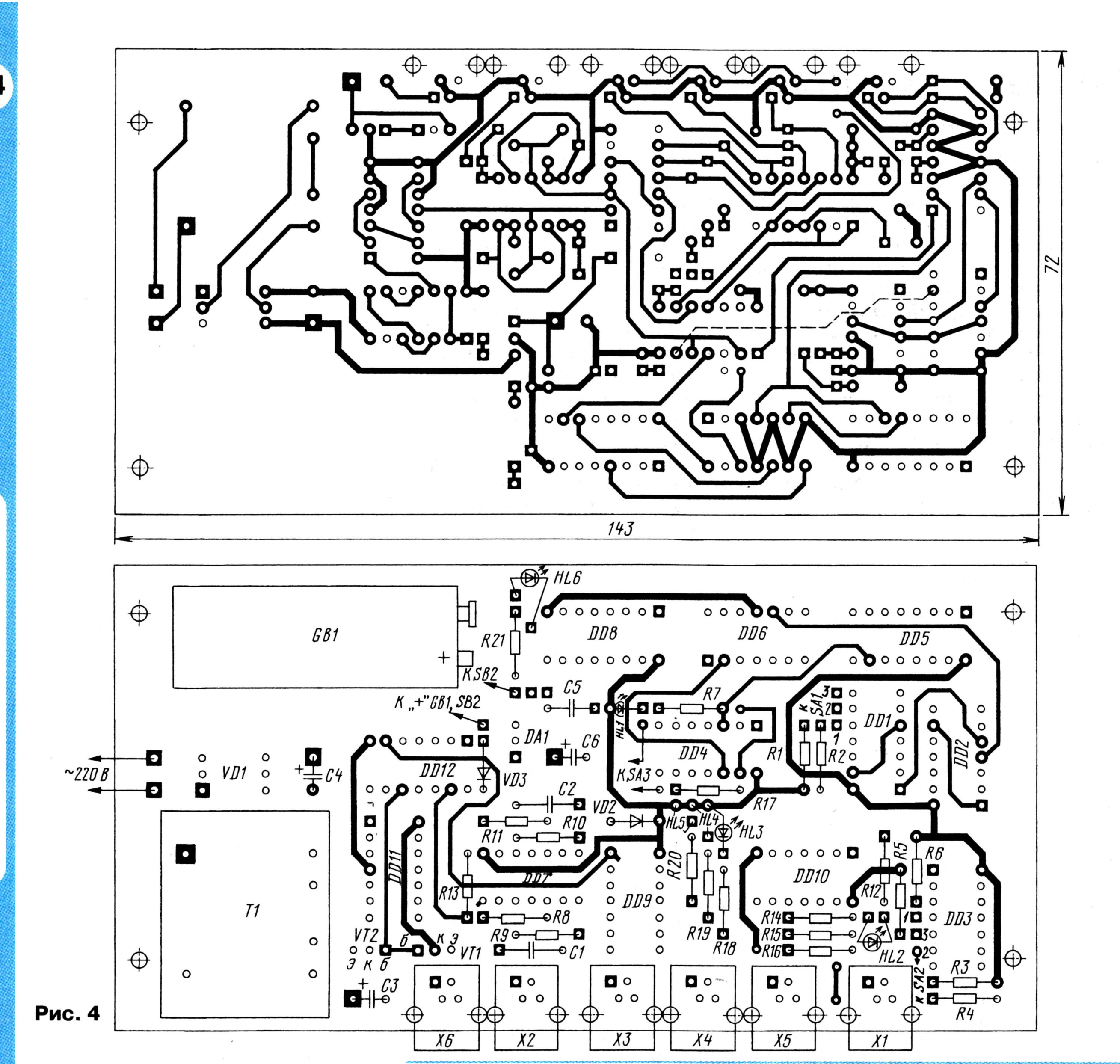


Рис. 4

при нажатии на кнопку загорается светодиод HL6, значит батарея исправна.

Трансформатор питания T1 — ТПК-2, имеющий две вторичные обмотки по 8 В, ток обмоток — 0,125 А. Гнездовые части разъемов X1—X6 — TJ4-4P4C, они применяются в импортных телефонах для подключения трубки. Ответная часть разъема — TP4P4C. Динамическая головка любая мощностью 3 Вт с сопротивлением звуковой катушки 4 Ом.

Блоки устройства собраны на одинаковых печатных платах из двустороннего стеклотекстолита (**рис. 4**). Вывод 13 микросхемы DD2 необходимо соединить проволочной перемычкой на печатной плате с выводом 6 микросхемы DD4.

Геркон SF1 устанавливают в дверной коробке, небольшой магнит — в торце двери. При закрытой двери магнит должен находиться на минимальном расстоянии от геркона и оказывать влияние на его подвижный контакт. Переключатель SA1—SA3, кнопка SB2 и светодиоды HL1—HL6 расположены на лицевой панели устройства. ■

Симисторный регулятор с защитой от перегрузки

Б. ЛАВРОВ, г. Санкт-Петербург

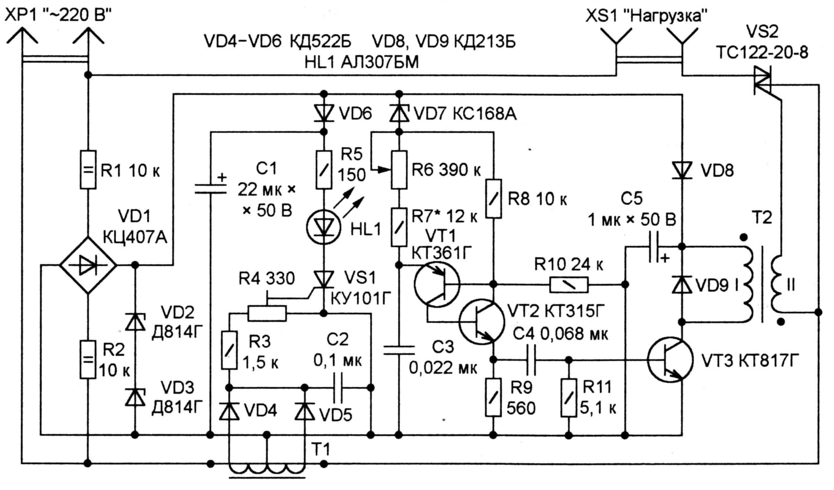
Совершенствуя один из ранее опубликованных симисторных регуляторов, автор улучшил его характеристики, дополнил узлом защиты от перегрузки и подтвердил свои технические решения расчетами.

При налаживании симисторного регулятора, собранного по описанию в [1], было обнаружено, что ввести его в режим максимальной мощности в нагрузке не удается. «Виновником» оказался генератор на однопереходном транзисторе КТ117А, выдающий в каждом полупериоде сетевого напряжения не один, а несколько импульсов. В результате конденсатор в цепи питания усилителя импульсов не успевал зарядиться к началу следующего полупериода и энергии импульсов не хватало для открывания симистора.

Схема усовершенствованного регулятора представлена на **рисунке**. В нем не только устранен описанный выше недостаток, но и предусмотрено устройство защиты от превышения допустимого значения тока в цепи нагрузки.

В отличие от прототипа, генератор импульсов здесь выполнен на комплементарной паре транзисторов (VT1 КТ361Г, VT2 КТ315Г). В момент, когда нарастающее по мере зарядки конденсатора С3 напряжение на эмиттере транзистора VT1 превышает напряжение на его базе, генератор выдает одиночный импульс. Оба транзистора лавинообразно открываются, конденсатор С3 разряжается в основном через участок база—эмиттер транзистора VT3. Этот транзистор открывается, и конденсатор С5 разряжается через обмотку I импульсного трансформатора Т2. Импульс с обмотки II импульсного трансформатора открывает симистор VS2.

Транзисторы VT1 и VT2 остаются открытыми до момента перехода сетевого напряжения через нуль, точнее, до снижения напряжения на питающей шине до 4...6 В. После их закрывания генератор готов выдать очередной импульс. Момент выдачи импульса определяется длительностью зарядки конденсатора С3 до напряжения открывания транзисторов и зависит от суммарного сопротивления постоянного резистора R7 и переменного R6.



Благодаря тому что в каждом полупериоде генератор вырабатывает только один импульс, разрядившийся конденсатор С5 всегда имеет возможность заряжаться через диод VD8 в течение почти целого полупериода, за исключением короткого интервала, когда мгновенное значение сетевого напряжения близко к нулю. При среднем токе зарядки $i_{зар.\,ср}$ приблизительно 9 мА (он зависит от сопротивления резисторов R1 и R2) конденсатор С5 успеет за полупериод (10 мс) зарядиться до 22 В (ограничено стабилитронами VD2 и VD3), если его емкость не более

$$C5 \le \frac{i_{зар.ср} \cdot 10^{-2}}{22} = \frac{9 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-2}}{22} = 4\ мкФ.$$

Какой может быть минимальная емкость этого конденсатора? Чтобы симистор VS2 (ТС132-50-6, [2]) открылся, напряжение на его управляющем электроде U_y должно превышать 4 В в течение не менее $t_{вкл}$ — 12 мкс. Ток управляющего электрода i_y при таком напряжении — 200 мА.

Сопротивление цепи управляющего электрода R_y можно оценить по закону Ома:

$$R_y = \frac{U_y}{i_y} = \frac{4}{0{,}2} = 20\ Ом.$$

С учетом коэффициента трансформации k трансформатора Т2 приведенные к его первичной обмотке значения напряжения и сопротивления:

$U_{iy} = U_y k = 4 \cdot 1{,}5 = 6$ В;
$R_{iy} = R_y k^2 = 20 \cdot 1{,}5^2 = 45$ Ом.

Из уравнения

$$U_{1y} = U_0 e^{-\frac{t_{вкл}}{C5 R_{1y}}},$$

где U_0=22 В — исходное напряжение на конденсаторе С5, найдем

$$C5 \ge \frac{t_{вкл}}{R_{iy}} \ln\left(\frac{U_0}{U_{iy}}\right) = \frac{12 \cdot 10^{-6}}{45} \ln\left(\frac{22}{6}\right) = \frac{12 \cdot 10^{-6}}{45} \cdot 1{,}3 = 0{,}34\ мкФ.$$

Емкость конденсатора С5 выбираем равной 1 мкФ.

Устройство защиты от перегрузки выполнено на тринисторе VS1 КУ101Г. Под действием сигнала датчика перегрузки — трансформатора тока Т1 — тринистор открывается, что приводит к снижению напряжения на выходе диодного моста VD1 приблизительно до 4 В. Это меньше напряжения стабилизации стабилитрона КС168А (VD7). Поэтому генератор импульсов на транзисторах VT1 и VT2 прекращает работу, симистор VS2 более не открывается. О срабатывании защиты свидетельствует свечение светодиода HL1.

Благодаря конденсатору С1 и диоду VD6 ток через тринистор VS1 в моменты перехода сетевого напряжения через ноль не прекращается и тринистор остается открытым. Чтобы вернуть регулятор со сработавшей защитой в рабочее состояние, необходимо на несколько секунд (время, достаточное для разрядки конденсатора С1) отключить его от сети.

Напряжение на вторичной обмотке трансформатора Т1 пропорционально току, текущему в первичной обмотке, включенной последовательно в цепь нагрузки. На управляющий электрод тринистора VS1 поступает часть напряжения вторичной обмотки, выпрямленного диодами VD4 и VD5. С помощью подстроечного резистора R4 регулируют порог срабатывания защиты. Конденсатор С2 предотвращает ее срабатывание от импульсных помех.

Трансформатор тока в качестве датчика перегрузки удобен тем, что даже при токе, значительно превышающем установленный порог срабатывания защиты (например, при коротком замыкании нагрузки), напряжение на его вторичной обмотке остается безопасным для прочих элементов устройства. Это происходит благодаря резкому уменьшению коэффициента трансформации вследствие насыщения магнитопровода.

Примененный в регуляторе трансформатор тока Т1 изготовлен из трансформатора Т-Ш-3М от абонентского громкоговорителя. Подобный можно найти и в некоторых телефонных аппаратах. Сечение его Ш-образного магнитопровода $S_м$=64·10^{-6} м^2, средняя длина магнитной линии $l_м$= 72·10^{-3} м. Экспериментально определенная относительная магнитная проницаемость μ_r=0,7·10^3 при индукции не более 1 Тл. Насыщение наступает при индукции 1,6...1,8 Тл.

Приведем расчет трансформатора тока:

1. Напряженность поля, необходимая для получения индукции B = 1 Тл,

$$H = \frac{B}{\mu_r \mu_0} = \frac{1}{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 0{,}7 \cdot 10^3} = 1140\ А/м.$$

2.Требующиеся для этого ампер-витки

$$AW = H l_м = 1140 \cdot 72 \cdot 10^{-3} = 81{,}8\ А.$$

E-mail: dom@radio.ru
тел. 208-28-38

3. Амплитуда тока нагрузки при максимальной мощности P=2500 Вт и эффективном значении напряжения U=220 В равна

$$i_a = \frac{P}{U}\sqrt{2} = \frac{2500}{220} \cdot 1{,}41 = 16\ \text{А}.$$

4. Число витков первичной (токовой) обмотки

$$w_1 = \frac{AW}{i_a} = \frac{81{,}8}{16} \approx 5{,}1.$$

Принимаем w_1=5.

5. Индуктивность первичной обмотки

$$L_1 = \mu_o \mu_r \frac{w_1^2}{l_м} S_м =$$

$$= 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 0{,}7 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{5^2}{72 \cdot 10^{-3}} \cdot 64 \cdot 10^{-6} =$$

$$= 19{,}5 \cdot 10^{-6}\text{Гн}.$$

6. Индуктивное сопротивление первичной обмотки при частоте сети f=50 Гц $X_1 = 2\pi f L_1 = 6{,}28 \cdot 50 \cdot 19{,}5 \cdot 10^{-6} = 6{,}1 \cdot 10^{-3}$ Ом.

7. Падение напряжения на индуктивном сопротивлении первичной обмотки

$$U_{1a} = i_a X_1 = 16 \cdot 6{,}1 \cdot 10^{-3} \approx 0{,}1\ \text{В}.$$

8. Для надежного открывания тринистора КУ101 необходимо подать на его управляющий электрод напряжение не менее 15 В [2]. Именно такой должна быть амплитуда напряжения на вторичной обмотке U_2. Число ее витков

$$w_2 = \frac{U_2}{U_1} w_1 = \frac{15}{0{,}1} \cdot 5 = 750.$$

Так как в устройстве применен двухполупериодный выпрямитель (диоды VD3, VD4), вторичная обмотка трансформатора фактически должна состоять из вдвое большего числа витков — 1500 с отводом от середины. Протекающий по этой обмотке ток очень мал, поэтому диаметр провода выбирают исходя лишь из его механической прочности и возможности размещения нужного числа витков в окне магнитопровода.

Первичную обмотку наматывают в один слой поверх хорошо изолированной вторичной проводом сечением не менее 4...5 мм^2. Провод такого сечения очень неудобен в намотке, поэтому лучше воспользоваться жгутом из большого числа тонких проводов суммарным сечением, равным требуемому. Провода жгута соединяют параллельно.

Налаживание регулятора сводится к установке тока срабатывания защиты подстроечным резистором R4 и к подборке номинала резистора R7, от которого зависит верхний предел интервала регулирования мощности (обычно 94...97 %). Номинал R7 выбирают таким образом, чтобы в режиме максимальной мощности не наблюдались «пропуски» полупериодов из-за неоткрывания симистора VS2.

Для подавления создаваемых регулятором радиопомех следует использовать рекомендованный в [1] фильтр.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Сорокоумов С.** Симисторный регулятор повышенной мощности. — Радио, 2000, № 7, с. 41.

2. **Замятин В.** и др. Мощные полупроводниковые приборы.Тиристоры (справочник). — М.: Радио и связь, 1987.

Автомат управления водяным насосом

Б. ТАТАРКО, г. Тверь

На многих дачных участках и в сельских усадьбах имеются резервуары, уровень воды в которых приходится периодически проверять и поддерживать, включая насос, нагнетающий или откачивающий воду. Эти операции несложно автоматизировать.

Схема предлагаемого автомата показана на **рис. 1**. Датчик уровня воды в резервуаре должен быть устроен таким образом, чтобы контакты геркона SF1 замыкались, если уровень ниже минимального, а SF2 — замыкались, если он доходит до максимально допустимого. Ключ на транзисторе VT1 управляет промежуточным маломощным реле K1. Реле K2 — более мощное исполнительное. Светодиод HL1 служит индикатором состояния автомата. Диоды VD1 и VD2 гасят коммутационные выбросы напряжения на обмотках реле. Для питания устройства подойдет любой источник постоянного напряжения +24...27 В, обеспечивающий ток нагрузки до 200 мА.

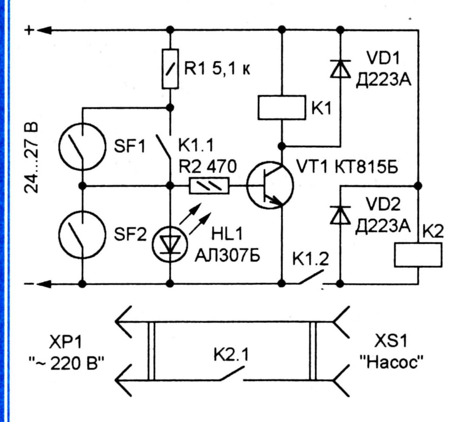


Рис. 1

Если контакты геркона SF1 замкнуты, транзистор VT1 открывается, реле K1 срабатывает и своими контактами K1.1 замыкает цепь, поддерживающую транзистор в открытом состоянии и после размыкания контактов SF1. Через замкнувшиеся контакты K1.2 питание поступает на реле K2, которое, в свою очередь, включает электродвигатель насоса, нагнетающего воду. Светодиод HL1 светится, сигнализируя, что команда на включение насоса подана.

По заполнении резервуара до уровня срабатывания геркона SF2 контакты последнего шунтируют базовую цепь транзистора VT1. Транзистор закрывается, реле K1 и K2 обесточиваются, отключая насос от сети. Светодиод HL1 гаснет. Устройство остается в этом состоянии и после размыкания контактов геркона SF2, пока уровень жидкости в резервуаре не опустится до такого, при котором снова сработает геркон SF1.

В автомате применены резисторы — МЛТ, герконы — МЗЗ ДМК П-2 (от охранной сигнализации), реле K1 — РЭС-9 (РС4.524.200), K2 — РМУ (РС4.523.330). Все элементы допускается заменять другими с аналогичными параметрами. Монтаж выполняют навесным способом. Весь прибор, кроме герконов, помещают в корпус подходящих размеров из изоляционного материала, устанавливают в недоступном для воды месте и соединяют с герконами трехпроводным кабелем.

Одна из возможных конструкций датчика уровня показана на **рис. 2**. Поплавок 2 снабжен штоком 3, скользящим в направляющих 4 и 6, установленных на стенке резервуара 1. На штоке 3 закреплен постоянный магнит 5. Если уровень воды минимальный или ниже его, магнит 5 лежит на нижней направляющей 4 и своим полем вызывает срабатывание геркона 8 (SF1 согласно рис. 1). Если уровень максимальный, магнит

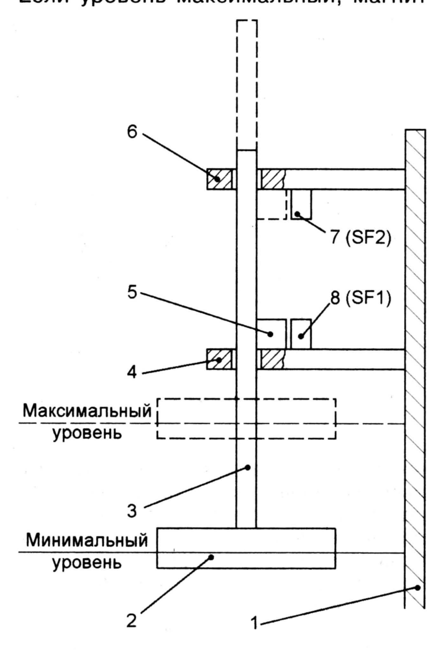


Рис. 2

5, достигнув верхней направляющей 6, вызывает срабатывание геркона 7 (SF2). Чтобы использовать автомат для управления откачкой воды из резервуара по достижении максимального уровня, достаточно поменять местами герконы. ■

E-mail: dom@radio.ru тел. 208-28-38

Блок зажигания бензинового отопителя

В. СЛЕПЧЕНКО, г. Навашино Нижегородской обл.

Многим владельцам автомобилей «Запорожец» в зимнее время приходится тратить дорогие аккумуляторные ампер-часы для розжига отопителя. Этого можно избежать, если оснастить отопитель электронным блоком, описанным ниже.

Бензиновый отопитель автомобиля «Запорожец» в режиме розжига потребляет ток около 10 А. Это приводит к существенной разрядке батареи аккумуляторов. Такое расточительство даже летом было бы нежелательным, а зимой оно может стать препятствием при запуске двигателя.

Более экономичен электронный блок зажигания отопителя, собранный по схеме на **рис. 1**. Блок потребляет ток около 0,1 А. Отопитель с электронным блоком разжигается практически мгновенно.

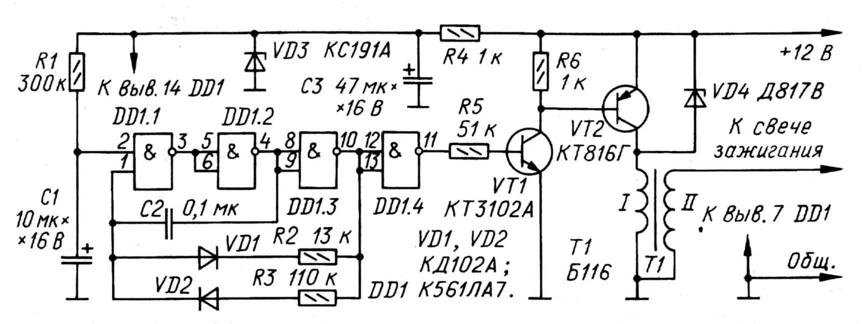


Рис. 1

Генератор прямоугольных импульсов, собранный на логических элементах DD1.1—DD1.3, работает на частоте примерно 70 Гц. Длительность рабочего импульса низкого уровня на выходе генератора — около 1 мс, скважность — 10. Элемент DD1.4 — инвертор.

На транзисторах VT1, VT2 собран усилитель тока, нагруженный первичной обмоткой катушки зажигания T1. В течение рабочего импульса высокого уровня с выхода инвертора транзисторы VT1 и VT2 открыты и насыщены. Через первичную обмотку течет ток, значение которого определяют параметры катушки зажигания.

В момент минусового перепада напряжения на базе транзистора VT1 оба транзистора закрываются и во вторичной обмотке катушки зажигания возникает высоковольтный импульс напряжения, вызывающий искровой разряд между электродами запальной свечи. Стабилитрон VD4 защищает мощный транзистор от импульсов обратного напряжения самоиндукции первичной обмотки катушки зажигания и от чрезмерно большого прямого напряжения, возникающего при обрыве высоковольтной цепи.

Микросхема DD1 питается от параметрического стабилизатора напряжения VD3R4 со сглаживающим конденсатором C3. Цепь R1C1 обеспечивает задержку начала работы генератора примерно на 2 с для продувки отопителя.

Длительность рабочего импульса (1 мс) выбрана минимально достаточной для того, чтобы катушка зажигания успевала накопить необходимую энергию искрообразования. Этим обеспечена высокая экономичность блока.

Устройство собрано на печатной плате из стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертеж платы изображен на **рис. 2**. Плата помещена в прочную пластмассовую коробку. При сборке

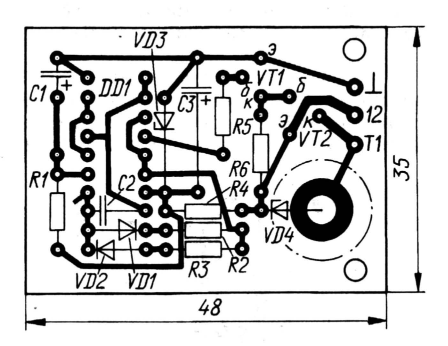


Рис. 2

блока следует принять меры по защите его от пыли и влаги. Питание к блоку поступает по проводу, к которому была подключена свеча зажигания прежнего отопителя.

В блоке применены резисторы МЛТ-0,125, конденсаторы К53-19 (C1), К53-14 (C3) и КМ-6 (C2). Диоды VD1, VD2 и транзистор VT1 могут быть использованы любые маломощные кремниевые. Вместо КТ816Г подойдут КТ851А—КТ851В, КТ855А—КТ855В; предпочтение следует отдать более высоковольтным. Катушка зажигания может быть любой от батарейной системы зажигания, например, Б112, Б116.

Свеча зажигания — любая автомобильная с короткой резьбой. Для ее установки на отопитель необходимо изготовить переходную втулку из стали, латуни (или бронзы). Чертеж втулки — на **рис. 3**. Искровой зазор свечи лучше увеличить до 1...2 мм.

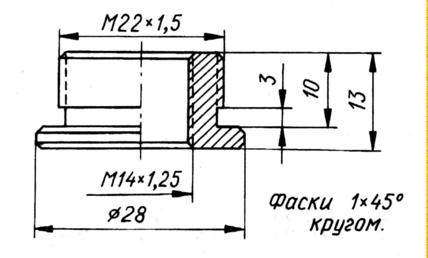


Рис. 3

Несколько экземпляров описанного блока зажигания надежно работают уже несколько лет на «Запорожцах». Кстати, подобными бензиновыми отопителями оборудованы некоторые автомобильные подъемные краны, и такой блок для них был бы отнюдь не лишним.

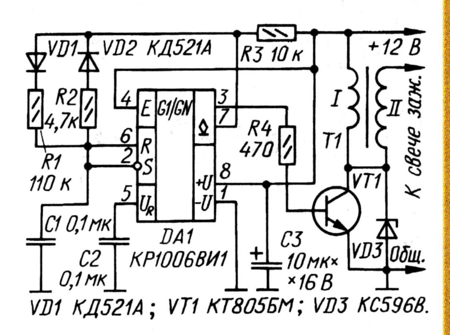


Рис. 4

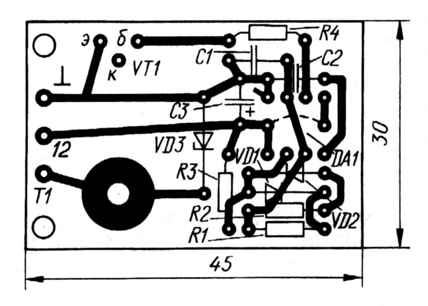


Рис. 5

На **рис. 4** показана схема варианта блока зажигания, собранного на основе микросхемного таймера КР1006ВИ1. Таймер включен в режим генератора импульсов частотой 70 Гц (длительность импульсов — 1 мс, скважность — 10). Транзистор VT1 — усилитель тока.

Блок собран на печатной плате (**рис. 5**) из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Конденсаторы C1, C2 — из серии КМ, C3 — К53-19. Вместо транзистора КТ805БМ подойдет КТ805АМ. Стабилитрон КС596В можно заменить на КС582Г, КС568В. ■

Наша консультация

НЕЧАЕВ И. ТРЕНАЖЕР СНАЙПЕРА НА БАЗЕ ЛАЗЕРНОЙ УКАЗКИ. — РАДИО, 2002, № 10, с. 58.

Печатная плата.

Детали устройства монтируют на плате, изготовленной в соответствии с **рис. 1**. На ней размещают все детали, кроме фототранзистора VT1, переменного резистора R5 и индикаторов HG1,

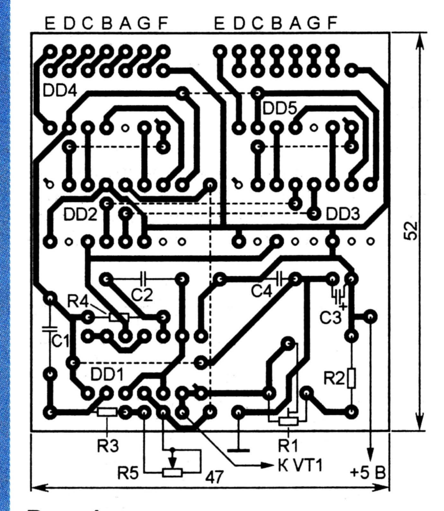


Рис. 1

HG2. Плата рассчитана на установку постоянных резисторов МЛТ, подстроечного СП4-1в, конденсаторов К50-35 (С3) и КМ (остальные). Необозначенный на схеме (см. рисунок в статье) конденсатор С4 (КМ емкостью 0,033...0,1 мкФ) — блокировочный в цепи питания микросхем. Штриховыми линиями показаны проволочные перемычки, соединяющие печатные проводники со стороны деталей. Их рекомендуется изготовить из провода в теплостойкой изоляции (например, МГТФ) и впаять до установки деталей на плату.

КУЛЕШОВ С. АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ОСВЕЩЕНИЯ НА ИК ЛУЧАХ. — РАДИО, 2000, № 9. с. 28, 29.

Повышение надежности работы устройства.

Для защиты от помех и взаимного влияния фотоприемников приемного блока микросхемы DA1 и DA2 (см. схему на рис. 2 в статье) вместе с подключенными к ним элементами (соответственно VD1, C1—C4, R1 и VD2, C7—C10, R2) должны быть помещены в отдельные экраны, изготовленные из листовой меди или латуни толщиной 0,1...0,3 мм. Повысить чувствительность фотоприемников можно включением резисторов сопротивлением несколько килоом между выводами 6 названных микросхем и общим проводом или просто отключением этих выводов от общего провода.

Устойчивость работы автомата сильно зависит от точности пространственной ориентации излучающего диода и фотодиодов VD1, VD2 и высоты их установки на дверной коробке.

ЛАТЧЕНКОВ Н. АВТОМАТ УПРАВЛЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ НА КУХНЕ. — РАДИО, 2002, № 11, с. 37, 38.

Замена реле.

Кроме указанных в статье, в устройстве можно применить реле РЭС32 исполнения РФ4.500.335-01 (прежнее обозначение — РФ4.500.341; сопротивление обмотки — 158...210 Ом, ток срабатывания — 36 мА).

ПАНЬШИН А. УЗЧ ДЛЯ ПРИЕМНИКА С НИЗКОВОЛЬТНЫМ ПИТАНИЕМ. — РАДИО, 2002, № 9, с. 18.

Печатная плата.

Чертеж возможного варианта печатной платы усилителя изображен на **рис. 2**. Она рассчитана на применение постоянных резисторов МЛТ, подстроечного СП4-1в, конденсаторов К53-18 с номинальным напряжением 6,3 В (С6, С7) и КМ (остальные). Все резисторы, кроме R1 и R7, монтируют перпендикулярно плате. Штриховыми линиями показаны проволочные перемычки, соединяющие печатные проводники со стороны установки деталей.

ПАХОМОВ А. УКВ КОНВЕРТЕР С РЕЖЕКТОРНЫМ ФИЛЬТРОМ. — РАДИО, 2000, № 9, с. 19.

Перестройка конвертера для приема радиостанций диапазона УКВ-2 приемником с диапазоном УКВ-1.

Чтобы приемник с диапазоном УКВ-1 мог принимать передачи радиостанций диапазона УКВ-2, необходимо повысить частоту гетеродина до 160...175 МГц. Для этого емкость конденсатора С6 следует уменьшить до 200 пФ, а С3 подобрать экспериментально, временно подсоединив вместо него к выводам 10 и 13 микросхемы DA1 (проводами минимально возможной длины) одну секцию КПЕ от любого транзисторного приемника. Подстроечник катушки гетеродина L2 при этом устанавливают в среднее положение, а режекторный фильтр L1C1C2 отключают. Вращая ротор КПЕ, добиваются приема радиостанций УКВ-2, после чего измеряют его емкость и впаивают на место С3 постоянный конденсатор с близким номиналом. Окончательно гетеродин настраивают подстроечником катушки L2, «размещая» станции УКВ-2 между станциями УКВ-1. Следует учесть, что при большом числе станций режекторный фильтр может подавлять полезные сигналы. В подобном случае от него придется отказаться или применить фильтр более высокого порядка.

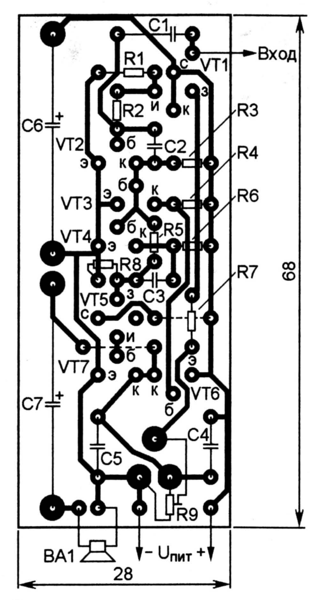


Рис. 2

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

САВЕЛЬЕВ Е. УСИЛИТЕЛЬ КЛАССА D ДЛЯ САБВУФЕРА. — РАДИО, 2003, № 5, с. 12—14.

На чертеже печатной платы усилителя по схеме на рис. 4 (см. рис. 5 в статье) следует удалить перемычку между контактной площадкой под вывод 7 микросхемы DA1 и печатным проводником, идущим от конденсатора С2 к ее выводу. 4. Обозначения выводов эмиттеров и баз транзисторов VT1, VT2 необходимо поменять местами.

НЕЧАЕВ И. ЭЛЕКТРОННЫЙ МЕТРОНОМ. — РАДИО, 1992, № 2—3, с. 62, 63.

*На чертеже печатной платы устройства (см. рис. 2 в статье) недостает проводника, соединяющего контактные площадки под выводы 8 и 9 микросхемы DD1. При использовании в метрономе указанного на схеме транзистора серии КТ361 конфигурацию печатных проводников следует изменить, как показано на приводимом фрагменте платы (**рис. 3**).*

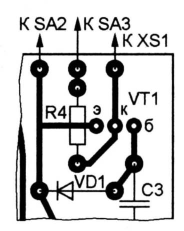


Рис. 3

ХЛЮПИН И. ЭХОЛОТ. — РАДИО, 1999, № 3, с. 32—34, 39.

Номинальное сопротивление резистора R13 в приемнике (см. схему на рис. 4 в статье) — 8,2 кОм (а не 1 кОм, как указано на схеме). На схеме блока индикации (рис. 6 в статье) линия электрической связи, идущая от вывода 2 платы, должна соединяться с входами С регистров DD4.1, DD4.2, а линия, идущая от вывода 1, — с их входами R. ■

E-mail: consult@radio.ru тел. 207-89-00
РАДИО № 8, 2003

Динамические головки для автомобильных АС

В статье приведены основные сведения об электродинамических головках, выпускаемых калужским предприятием «АСА». Эти головки могут быть применены как во встраиваемых автомобильных акустических системах, так и в корпусных громкоговорителях для бытовых систем высококачественного звуковоспроизведения.

Используемые в автомобилях компонентные акустические системы класса Hi-Fi построены на основе полосовых (НЧ, СЧ, ВЧ) динамических головок, размещаемых в полостях кузова. Распределение громкоговорителей в пространстве салона позволяет формировать пространственные звуковые образы в условиях ограниченного пространства.

Электродинамические головки для автомобильных аудиосистем отличаются повышенной стойкостью к вибрациям, влагостойкостью и пылезащищенностью. Представленные здесь динамические головки разработаны на основе оптимизированного расчета магнитных систем и технологии изготовления излучающего купола из анодированного алюминиевого сплава.

Головки для компонентных двух- или трехполосных акустических систем предназначены для высококачественного звуковоспроизведения через усилительные устройства, рассчитанные на нагрузку 4 Ом. Типоразмеры динамических головок, наиболее широко используемых в автомобилях, соответствуют 5- и 8-дюймовым импортным аналогам. Диффузоры для них изготовлены из анодированного алюминия или из целлюлозы с пропиткой, улучшающей защиту от влаги. Анодированный алюминиевый купол представляет собой фольгу, покрытую с обеих сторон тончайшим слоем керамики. Это придает куполу особую жесткость и позволяет существенным образом снизить динамические искажения на большой мощности. Разработанная технология изготовления куполов из алюминиевой фольги обеспечивает создание правильной геометрической формы и равной толщины фольги во всех частях купола.

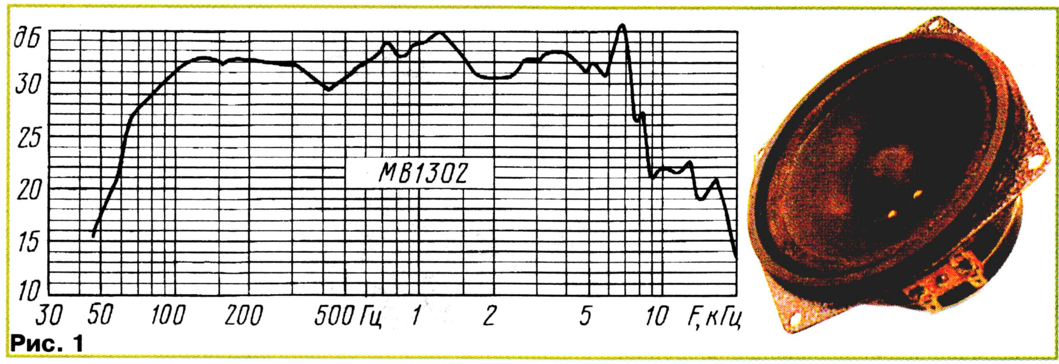


Рис. 1

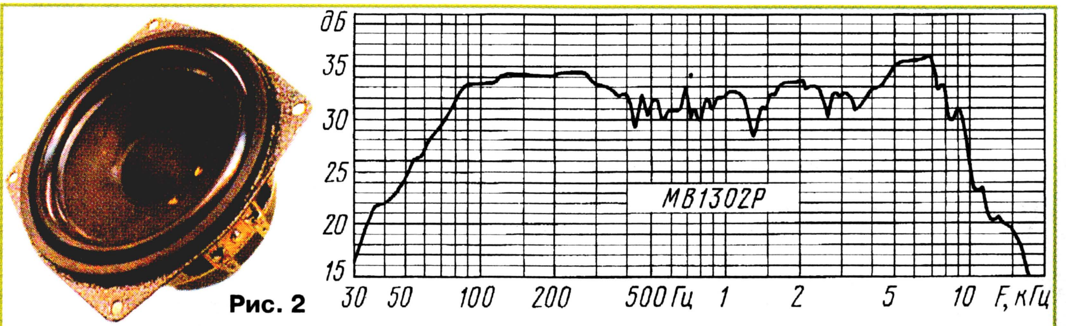


Рис. 2

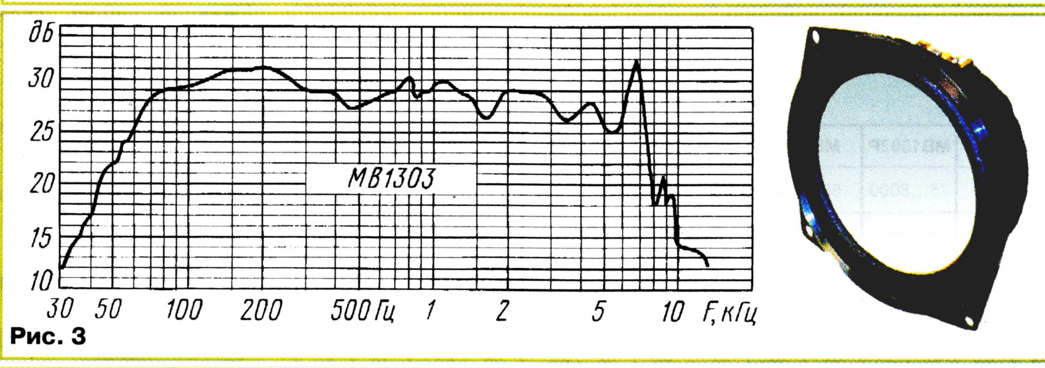


Рис. 3

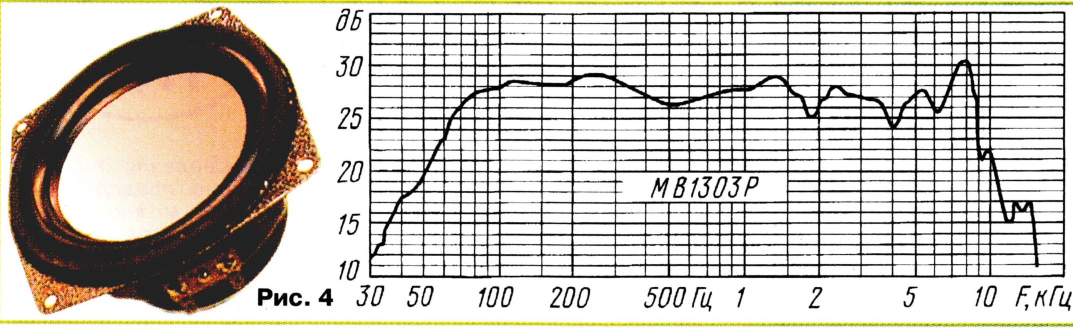


Рис. 4

Низкочастотные динамические головки размером 130 мм (по англоязычной терминологии — mid-bass) представлены пятью моделями: MB1302, MB1303, MP1304, MP1306, MB1307.

Для головок данной группы разработана специальная магнитная система, в которой применен магнит из феррита стронция. В этих головках уменьшено влияние несимметричных магнитных полей на возникновение нелинейных искажений при больших амплитудах колебаний звуковой катушки. Стальная рама (диффузородержатель) с антирезонансным покрытием из пластика и катушка на алюминиевом каркасе диаметром

E-mail: inform@radio.ru тел. 207-88-18

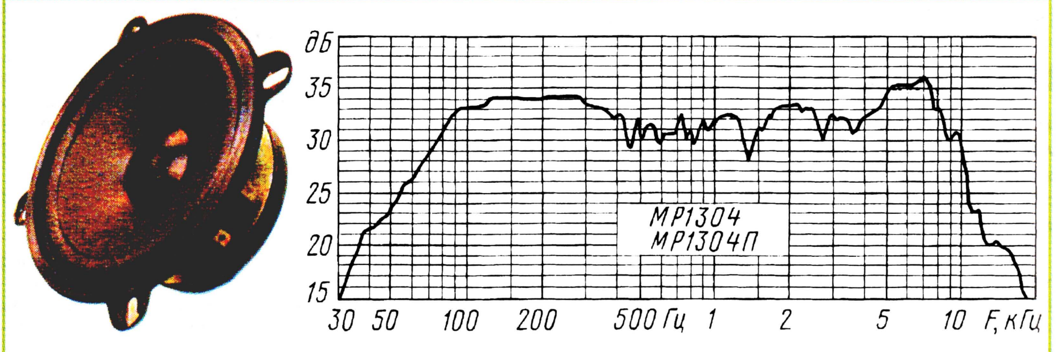


Рис. 5

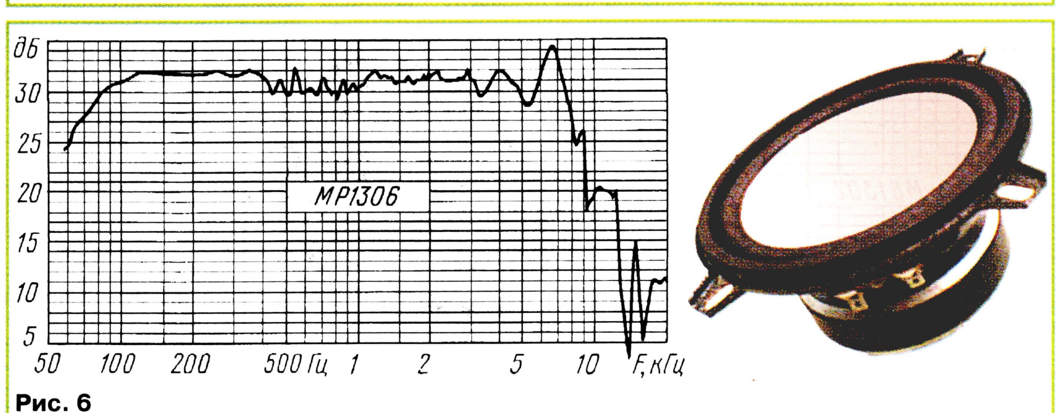


Рис. 6

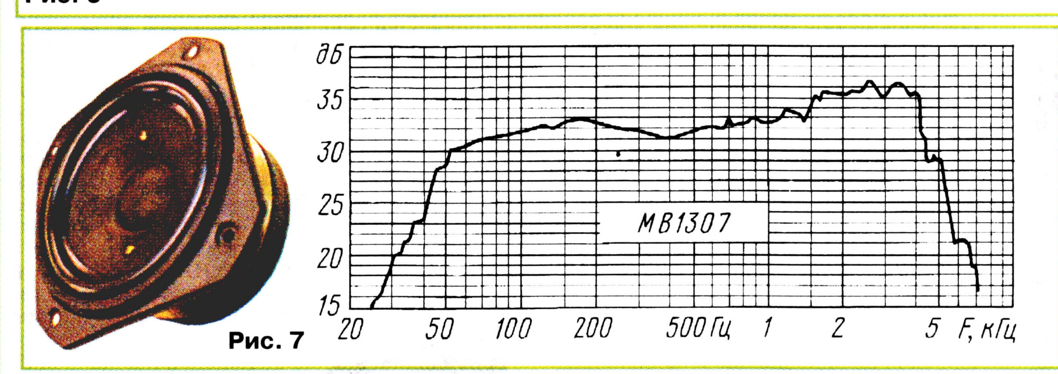


Рис. 7

25 мм способствуют повышению предельной мощности головки. Диффузоры некоторых низкочастотных головок (МВ1302, МВ1304) изготовлены из длинноволоконной целлюлозы с пропиткой, придающей водоотталкивающие свойства. Профиль диффузора обеспечивает резкий спад в АЧХ на частотах более 5000 Гц, что позволяет отказаться от применения фильтра низких частот и подключать эти головки к усилителю непосредственно.

Диффузоры головок МВ1303 и МВ1306 выполнены из анодированного алюминиевого сплава без пылезащитного колпачка. Подвес может быть из резины или пенополиуретана.

На **рис. 1—7** показан их внешний вид и частотные характеристики. В **табл. 1** приведены технические и конструктивные параметры этих головок и их модификаций. Присоединительные размеры — 100×100 мм.

Для всех головок неравномерность АЧХ — не более ±2,5 дБ. Номинальная мощность для них установлена равной 25 Вт, долговременная — 30 Вт (для МР1304П, МР1306, МВ1307 — 35 Вт). Пиковая мощность для головок не должна превышать 75 Вт. Нелинейные искажения при мощности, равной 10 Вт, на частотах выше 250 Гц не более 1,5 %.

Таблица 1

Параметр головок	МВ1302		МВ1302Р		МВ1303		МВ1303Р		МР1304(П)		МР1306		МВ1307	
Диапазон частот, Гц, (–3 дБ)	80…8000		75…8000		65…7500		70…9000		80…8000		70…8000		55…4500	
Материал подвеса	ППУ*		Резина		ППУ		Резина		ППУ		ППУ		Резина	
Материал диффузора	Бумага		Бумага		Алюминий		Алюминий		Бумага		Алюминий		Бумага	
Сопротивление катушки, Ом	4	8	4	8	4	8	4	8	4	8	4	8	4	8
Резонансная частота, Гц	82	85	72	62	77	75	60	58	90	90	82	82	49	52
Чувствительность дБ/1Вт/1м	88,5	88	88,8	87,5	87,7	87	87	87	91	90	89	88,5	86	85
Максимальное смещение, мм	4,5	5	4,5	5	4,5	5	4,5	5	3	3	3	3	7	7
Добротность Q_{tc}	0,5	0,64	0,4	0,48	0,58	0,62	0,48	0,5	0,7	0,75	0,8	0,85	0,35	0,39
Добротность Q_{mc}	1,84	3,1	2,16	2,9	2,7	2,9	2,86	3	—		—		3,8	2,64
Добротность Q_{ec}	0,7	0,87	0,46	0,57	0,75	0,6	0,58	0,6	—		—		0,38	0,45
Эквивалентный объем, л	5,6	3,5	6	7,2	5	6	8	7,5	—		—		7	6

* — пенополиуретан.

Материал подготовил
Ю. ПУХЛЯКОВ
г. Калуга

(Окончание следует)

Ответственный редактор Иванов Б. С.
тел. 207-88-18
E-mail: novice@radio.ru

При участии Управления воспитания и дополнительного образования детей и молодежи Минобразования РФ.



начинающим

ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ — 12

В. ПОЛЯКОВ, г. Москва

Одобрено ЦТТУ Минобразования РФ

Усилители с обратной связью

Обратную связь (ОС) широко используют в усилителях. ОС позволяет значительно улучшить их параметры, а в ряде случаев и создать на основе усилителей новые устройства — триггеры, генераторы и т.д. Обобщенная схема усилителя с ОС показана на **рис. 55**. Входной сигнал U_c и сигнал ОС U_{oc} подаются на сумматор А1 и далее на усилитель А2 с коэффициентом передачи K_o (обычно K_o>>1). Сигнал с выхода усилителя U_o проходит через цепь ОС с коэффициентом передачи β (обычно β <<1), образуя сигнал обратной связи U_{oc}. Предположим сначала, что ни усилитель, ни цепь ОС не вносят фазовых сдвигов. Тогда для случая суммирования сигналов в А1 можно написать $U_o = (U_c + U_{oc})K_o$. В то же время $U_{oc} = \beta U_o$. Подставляя, находим коэффициент усиления всего устройства К:

$$U_o = U_c \cdot K_o/(1 - K_o\beta),$$
$$K = U_o/U_c = K_o/(1 - K_o\beta).$$

Мы видим, что коэффициент усиления возрастает и при $K_o\beta = 1$ обращается в бесконечность. А это означает самовозбуждение — усилитель становится генератором. ОС такого вида называют положительной (ПОС), ее нередко используют при создании генераторов, регенераторов и тому подобных устройств. В усилителях звуковых частот (УЗЧ) она практически никогда не встречается.

Теперь давайте сделаем в узле А1 не суммирование, а вычитание сигналов. Выкладки остаются теми же, но в формулах поменяются знаки:

$$K = U_o/U_c = K_o/(1 + K_o\beta).$$

ОС стала отрицательной (ООС) и теперь снижает усиление. Казалось бы, это ее крупный недостаток. Однако он вполне окупается другими полезными качествами ООС, а получение большого исходного усиления (K_o) в современных транзисторных устройствах большой проблемы не представляет.

Первое полезное свойство ООС — снижение нелинейных искажений. Задача усилителя — воспроизвести на выходе точную копию входного сигнала, но с большим напряжением и/или мощностью. Искаженный выходной сигнал можно представить суммой неискаженного сигнала и продуктов искажений. Последних нет во входном сигнале, но они поступают с выхода на вход через цепь обратной связи. А поскольку она отрицательная, то продукты искажений, поступающие со входа, как бы компенсируют сами себя, и доля их в выходном сигнале резко снижается.

Другое полезное качество ООС — выравнивание и расширение АЧХ усилителя. На тех частотах, где усиление больше, становится больше и влияние ООС, снижающей этот пик усиления. Если $K_o\beta$>>1, то, как видно из формулы, $K \approx 1/\beta$.

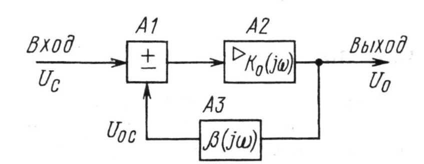


Рис. 55

Выполнив цепь ООС в виде частотно-независимого делителя из двух резисторов, мы получаем ровную АЧХ в широком частотном диапазоне.

Есть и еще достоинства: если сигнал ООС снят с выхода усилителя параллельно и подан на вход последовательно с входным сигналом (в противофазе с ним, чтобы осуществлялось вычитание), то выходное сопротивление усилителя уменьшается, а входное — увеличивается.

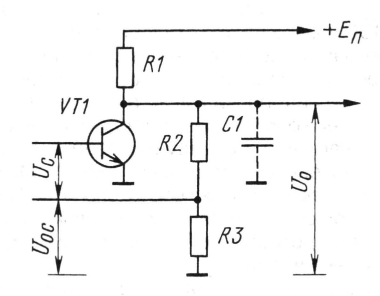


Рис. 56

Такова самая примитивная теория ОС, как вы уже, наверное, догадываетесь, мало соответствующая действительности. Оказывается, не бывает в сколько-нибудь широком диапазоне частот чисто отрицательной или чисто положительной ОС. Более того, ООС на некоторой частоте может превратиться в ПОС. Так произойдет, если усилитель внесет фазовый сдвиг, приближающийся к 180°, и сигнал ОС окажется в фазе со входным. Если усиления достаточно, на этой частоте усилитель самовозбудится и оправдается старая радиолюбительская поговорка: «когда делаешь усилитель, получается генератор».

Выражения, которые мы привели, остаются верными, но с небольшой, хотя и очень существенной оговоркой — в них необходимо подставлять комплексные функции коэффициентов передачи самого усилителя $K_o(j\omega)$ и цепи ОС $\beta(j\omega)$. Тогда и результат получится правильным. Последняя же формула теперь запишется так:

$$K(j\omega) = K_o(j\omega)/[1 + \beta(j\omega)K_o(j\omega)].$$

Поясним сказанное простым примером. Пусть имеется транзисторный усилительный каскад с коэффициентом усиления 100 (**рис. 56**). Цепи смещения для простоты не показаны, хотя имеющаяся цепь ОС вполне может быть использована и для смещения. Комплексный коэффициент передачи усилителя определяется цепочкой RC, где R образовано параллельным включением сопротивления нагрузки R1 и сопротивления делителя ОС R2 + R3:

$$R = R1(R2 + R3)/(R1 + R2 + R3),$$

а емкость C = C1 складывается из выходной емкости транзистора, емкости монтажа и емкости выходного экранированного кабеля (если он есть). Коэффициент передачи такой цепочки $K_o(j\omega)$ был найден в 6-й главе («Радио», 2003, № 2, с. 53). Там он обозначался просто К. Общий коэффициент передачи каскадно включенных усилителя и RC-цепочки находится как их произведение:

$$K_o(j\omega) = 100 \cdot 1/(1 + j\omega RC).$$

Видим, что, начиная с некоторой частоты $\omega_c = 1/RC$, модуль коэффициента передачи уменьшается, причем ско-

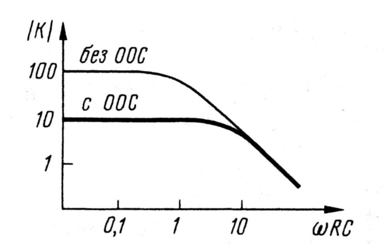


Рис. 57

рость его уменьшения составляет 2 раза на двукратное повышение частоты, или 6 дБ на октаву. АЧХ (зависимость модуля коэффициента передачи от частоты) нашего усилителя в логарифмическом масштабе показана на **рис. 57** тонкой линией.

Снимем сигнал ОС с выхода усилителя параллельно (см. рис. 56) и, ослабив его делителем с частотно-независимым коэффициентом передачи $\beta = R3/(R2 + R3) = 0{,}09$, подадим на вход последовательно с входным сигналом. ОС получается отрицательной, так как транзисторный каскад инвертирует сигнал. При таком включении ООС понизит выходное и повысит входное сопротивления усилителя в $1 + \beta K_o$, т. е. в 10 раз. Находим комплексный коэффициент передачи усилителя с ООС:

$$K(j\omega) = K_o(j\omega)/[1 + \beta(j\omega)K_o(j\omega)] =$$
$$= 100/(1 + j\omega RC)[1 + 9/(1 + j\omega RC)] =$$
$$= 10/(1 + j\omega RC^*),$$

где $C^* = C/10$.

Что же мы видим? Коэффициент усиления упал в 10 раз и стал равным 10. Зато частота среза АЧХ увеличилась в 10 раз, что означает такое же расширение полосы пропускания усилителя. Вид графика модуля $|K(j\omega)|$ остался прежним, он показан утолщенной линией на рис. 57. Никаких нежелательных явлений (самовозбуждения, пиков на АЧХ) в этом простом усилителе с ООС не наблюдается.

Иное дело, когда ООС охватывает несколько каскадов. Пример практической схемы усилителя на трех транзисторах с непосредственной связью между каскадами показан на **рис. 58**. Первые два транзистора работают в так называемом «барьерном» режиме, когда напряжение на базе равно коллекторному и составляет 0,5...0,6 В. Для усиления малых сигналов такой режим вполне пригоден. Выходной каскад (VT3) работает в обычном режиме с коллекторным напряжением, равным половине напряжения питания.

Стабилизация режима всех трех каскадов достигается подачей ООС с выхода на вход усилителя через резистор R4.

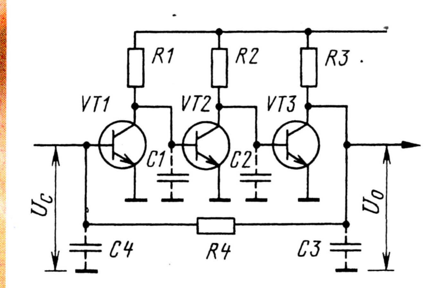


Рис. 58

Он же создает необходимый ток смещения в базу транзистора VT1. ООС подается параллельно со входным сигналом, поэтому входное сопротивление усилителя невелико.

Нередко в таком усилителе наблюдается самовозбуждение на высоких частотах. Попытки устранить его путем добавления емкостей C1, C2, C3, как правило, безуспешны — возбуждение становится еще сильнее, хотя частота генерации понижается. Причина заключена как раз в этих емкостях, причем для возбуждения достаточно междуэлектродных емкостей транзисторов. Усугубляет дело и входная емкость C4. Допустим, что все четыре цепочки R1C1—R4C4 имеют одинаковую постоянную времени. Тогда на частоте среза они сдвигают фазу на 45° каждая, а в сумме — на 180°.

Таким образом, ООС на частоте среза превращается в ПОС! Ослабление сигнала цепочками на частоте среза составляет всего $0{,}7^4 = 0{,}25$, еще довольно большое ослабление вносит делитель, образованный резистором R4 и входным сопротивлением каскада на транзисторе VT1, но и усиление может составлять десятки тысяч. Даже если усиление и не достаточно для самовозбуждения, на АЧХ усилителя с ООС появляется совсем не нужный пик на высших частотах, как показано на **рис. 59**.

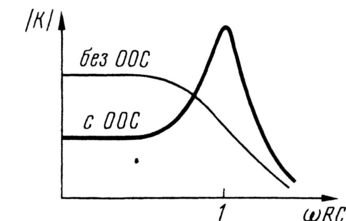


Рис. 59

Такой пик останется и при разных постоянных времени всех RC-цепочек (точный расчет надо вести с учетом параллельного включения входных сопротивлений транзисторов VT2, VT3 и резисторов R1, R2). Он будет на той частоте, где суммарный фазовый сдвиг по всей петле усилитель — цепь ОС приближается к 180°.

Как же избавиться от этого неприятного эффекта? Способ только один — сделать петлевое усиление (произведение $K_o\beta$) меньше единицы на тех частотах, где ООС превращается в ПОС. Для этого можно, например, значительно увеличить емкость C4, понизив таким образом частоту среза цепочки R4C4, а следовательно, и ее коэффициент передачи на высоких частотах. Если шунтирование входа значительной емкостью нежелательно, можно включить последовательно с C4 резистор сопротивлением несколько килоом (сопротивление R4 обычно измеряется мегаомами).

В ряде случаев таким резистором может служить низкое выходное сопротивление источника сигнала, конденсатор C4 в этом случае разделительный. Усилитель будет стабилен при подключенном источнике сигнала, но самовозбудится при его отключении. Еще лучше составить резистор R4 из двух последовательно включенных, а между точкой их соединения и общим проводом включить конденсатор большой емкости.

Существуют и более изощренные способы частотной коррекции, например, с помощью пропорционально-интегрирующих звеньев (**рис. 60**). Сопротивление резистора R2 (рис. 60,а) выбирается в несколько раз меньше, чем сопро-

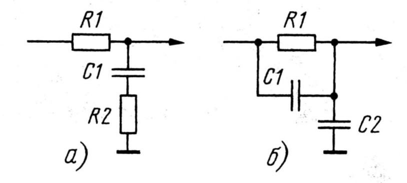


Рис. 60

тивление R1, тогда коэффицент передачи, равный единице на низких частотах, снижается до значения R2/(R1 + R2) на высоких. Фазовый сдвиг с повышением частоты сначала увеличивается, затем уменьшается и на достаточно высоких частотах приближается к нулю. Аналогичные характеристики имеет и другое звено (рис. 60,б), но его входное сопротивление имеет емкостный характер и уменьшается на высоких частотах.

В заключение посмотрим, как решаются вопросы стабильности в операционных усилителях (ОУ), ведь они должны допускать работу со 100 % ООС ($\beta = 1$), а их собственное усиление K_o достигает десятков и сотен тысяч. Как правило, все каскады ОУ стараются сделать весьма широкополосными, лишь один каскад (обычно он дает и максимальное усиление) выполняют с низкой частотой среза, иногда используя даже навесные корректирующие конденсаторы (обратите внимание на конденсатор C1 в схеме ОУ предыдущей главы). В этом случае АЧХ усилителя в очень широком диапазоне частот имеет наклон 6 дБ на октаву (см. рис. 57), а фазовый сдвиг не превосходит 90°.

Мы рассмотрели только усилители с непосредственной связью между каскадами, усиливающие сигналы сколь угодно низких частот, начиная от постоянного тока. В усилителях с разделительными конденсаторами, имеющими еще и нижнюю частоту полосы пропускания, при введении ОС могут наблюдаться пики на АЧХ в области нижних частот. Самовозбуждение в этом случае проявляется в виде "моторного шума", "капания" и т. д. В этом случае необходимо рассчитать фазовый сдвиг, вносимый RC-цепочками, состоящими из разделительных конденсаторов и входных сопротивлений последующих каскадов. В любом случае нежелательно, чтобы внутри петли ОС оказалось бы больше одной такой цепочки.

Итак, сформулируем главный вывод этой главы: *усилители с ООС должны проектироваться так, чтобы петлевое усиление было меньше единицы на тех частотах, где фазовый сдвиг по петле превосходит 90 и приближается к 180°*. Подробнее, и на значительно более высоком уровне обсужденные вопросы рассмотрены в статье С. Агеева "Вопросы проектирования усилителей с общей ООС" в «Радио», 2003, № 4, с. 16—19. Там же приведены и ссылки на первоисточники.

Стабилизатор напряжения на мощном полевом транзисторе

И. НЕЧАЕВ, г. Курск

В статье описан аналоговый стабилизатор напряжения для блока питания повышенной мощности. Автору удалось значительно улучшить параметры стабилизатора, применив в качестве силового элемента мощный переключательный полевой транзистор.

При построении сильноточных стабилизаторов напряжения радиолюбители обычно используют специализированные микросхемы серии 142 и аналогичные, "усиленные" одним или несколькими, включенными параллельно, биполярными транзисторами. Если для этих целей применить мощный переключательный полевой транзистор, то удастся собрать более простой сильноточный стабилизатор.

Схема одного из вариантов такого стабилизатора приведена на **рис.1**.

Рис. 1

В нем в качестве силового применен мощный полевой транзистор IRLR2905. Хотя он и предназначен для работы в ключевом (переключательном) режиме, в данном стабилизаторе он используется в линейном режиме. Транзистор имеет в открытом состоянии весьма малое сопротивление канала (0,027 Ом), обеспечивает ток до 30 А при температуре корпуса до 100 °С, обладает высокой крутизной и требует для управления напряжения на затворе всего 2,5...3 В [1]. Мощность, рассеиваемая транзистором, может достигать 110 Вт.

Полевым транзистором управляет микросхема параллельного стабилизатора напряжения КР142ЕН19 (TL431). Ее назначение, устройство и параметры подробно описаны в статье [2]. Работает стабилизатор (рис. 1) следующим образом. При подключении сетевого трансформатора Т1 к сети на его вторичной обмотке появляется переменное напряжение около 13 В (эффективное значение). Оно выпрямляется диодным мостом VD1, и на сглаживающем конденсаторе большой емкости (обычно несколько десятков тысяч микрофарад) выделяется постоянное напряжение около 16 В.

Разработано в лаборатории журнала "РАДИО"

Оно поступает на сток мощного транзистора VT1 и через резистор R1 на затвор, открывая транзистор. Часть выходного напряжения через делитель R2R3 подается на вход микросхемы DA1, замыкая цепь ООС. Напряжение на выходе стабилизатора возрастает вплоть до того момента, пока напряжение на входе управления ву микросхемы DA1 не достигнет порогового, около 2,5 В. В этот момент микросхема открывается, понижая напряжение на затворе мощного транзистора, т. е. частично закрывая его, и устройство входит в режим стабилизации. Конденсатор С3 ускоряет выход стабилизатора на рабочий режим. Значение выходного напряжения можно установить в пределах от 2,5 до 30 В подбором резистора R2, его значение может изменяться в широких пределах. Конденсаторы С1, С2 и С4 обеспечивают устойчивую работу стабилизатора.

Для описанного варианта стабилизатора минимальное падение напряжения на регулирующем мощном транзисторе VT1 составляет 2,5...3 В, хотя потенциально этот транзистор может работать при напряжении сток-исток, близком к нулю. Обусловлен данный недостаток тем, что управляющее напряжение на затвор поступает из цепи стока, поэтому при меньшем значении падения напряжения на нем транзистор открываться не будет, ведь на затворе открытого транзистора должно быть положительное напряжение относительно истока.

Чтобы уменьшить падение напряжения на регулирующем транзисторе, цепь его затвора целесообразно питать от отдельного выпрямителя с напряжением на 5...7 В больше, чем выходное напряжение стабилизатора. Если нет возможности сделать дополнительный выпрямитель, то в устройство можно ввести дополнительный диод и конденсатор (**рис. 2**). Эффект от такой простой доработки может быть большим. Дело в том, что напряжение, поступающее на сток транзистора, является пульсирующим, имеет значительную переменную составляющую, которая увеличивается при увеличении потребляемого тока. Благодаря диоду VD2 и конденсатору С5 напряжение на затворе будет примерно равно пиковому значению пульсирующего, т.е. может быть на несколько вольт больше, чем среднее или минимальное. Поэтому стабилизатор оказывается работоспособным при меньшем среднем напряжении сток-исток.

Лучшие результаты удастся получить, если диод VD2 подключить к выпрямительному мосту (**рис. 3**). В этом случае напряжение на конденсаторе С5 увеличится, поскольку падение напряжения на диоде VD2 будет меньше, чем падение напряжения на диодах моста, особенно при максимальном токе. При необходимости плавной регулировки выходного напряжения постоянный резистор R2 следует заменить переменным или подстроечным резистором. Значение выходного напряжения можно определить по формуле

$$U_{вых} = 2,5(1+R2/R3).$$

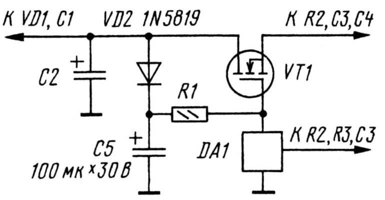


Рис. 2

В устройстве допустимо применить подходящий транзистор из списка в вышеприведенном справочном листке, желательно выделенный желтым цветом. Если использовать, к примеру, IRF840, то минимальное значение управляющего напряжения на затворе будет составлять 4,5...5 В. Конденсаторы — малогабаритные танталовые, резисторы — МЛТ, С2-33, Р1-4. Диод VD2 — выпрямительный с малым падением напряжения (германиевый, диод Шоттки). Параметры трансформатора, диодного моста и конденсатора С1 выбирают исходя из необходимого выходного напряжения и тока.

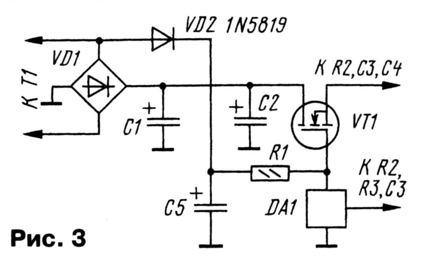
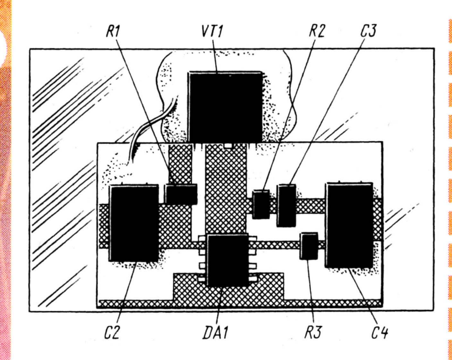


Рис. 3

Хотя транзистор и рассчитан на большие токи и большую рассеиваемую мощность, для реализации всех его возможностей необходимо обеспечить эффективный теплоотвод. Примененный транзистор предназначен для установки на радиатор с помощью пай-



ки. В этом случае целесообразно использовать промежуточную медную пластину толщиной несколько миллиметров, к которой припаивают транзистор и на которой можно установить остальные детали (**рис. 4**). Затем, после окончания монтажа, пластину можно разместить на радиаторе. Пайки при этом уже не требуется, поскольку пластина будет иметь большую площадь теплового контакта с радиатором.

Если применить для поверхностного монтажа микросхему DA1 типа TL431C, резисторы типа Р1-12 и соответствующие чип-конденсаторы, то их можно разместить на печатной плате (**рис. 5**) из односторонне фольгированного стеклотекстолита. Плату припаивают к выводам транзистора и приклеивают к упомянутой медной пластине клеем. В качестве такой пластины можно использовать, например, корпус с фланцем от испорченного мощного биполярного транзистора, скажем, КТ827, применив при этом навесной монтаж.

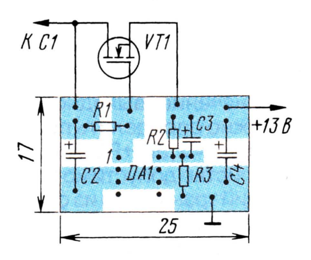


Рис. 5

Налаживание стабилизатора сводится к установке требуемого значения выходного напряжения. Надо обязательно проверить устройство на отсутствие самовозбуждения во всем диапазоне рабочих токов. Для этого напряжения в различных точках устройства контролируют с помощью осциллографа. Если самовозбуждение возникает, то параллельно конденсаторам С1, С2 и С4 следует подключить керамические конденсаторы емкостью 0,1 мкФ с выводами минимальной длины. Размещают эти конденсаторы как можно ближе к транзистору VT1 и микросхеме DA1.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мощные полевые переключательные транзисторы фирмы International Rectifier**. — Радио, 2001, № 5, с. 45.

2. **И. Нечаев.** Необычное применение микросхемы КР142ЕН19А. — Радио, 2003, № 5, с. 53, 54.

Малогабаритный вольтомметр

А. ЛАДЫКА, г. Санкт-Петербург

Не всегда нужен многодиапазонный измерительный прибор, например, авометр или мультиметр. Порою ведь достаточно бывает измерить напряжение либо сопротивление в какой-то цепи устройства. Для этой цели вполне пригоден предлагаемый вольтомметр.

Балансируя на шаткой стремянке, с трудом удерживая неудобный Ц57 или Ц20, пытаетесь отыскать в лестничном щитке неисправность в проводке телевизионной антенны и ... роняете измерительный прибор. Знакомая картина, не правда ли? Прибор придет в негодность и в том случае, если, забыв переключить режим измерения сопротивлений, вдруг коснетесь щупами сравнительно высоковольтной цепи проверяемого радиоустройства.

Всего этого удастся избежать, если в руках окажется малогабаритный вольтомметр (**рис. 1**) с удобной системой переключения режимов измерений. Такой прибор можно держать в руке (**рис. 2**) и пальцами нажимать нужные кнопки переключателей режимов и пределов измерений.

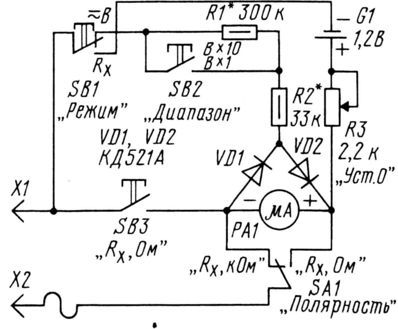


Рис. 1

Логарифмическая характеристика прибора позволила охватить больший диапазон измерений по сравнению с линейной характеристикой. Отсюда — уменьшение количества диапазонов до двух: постоянного напряжения 0...30 В, 0...300 В, и переменного 0...60 В, 0...600 В. Считывают показания на этих диапазонах с разных шкал без дополнительных переключений [1]. Для измерения сопротивлений используются также два диапазона: 0...2 кОм...бесконечность (по шкале с прямым отсчетом) и 0...100 кОм...бесконечность (по шкале с обратным отсчетом) [2]. Измерение тока не предусмотрено, но его силу несложно вычислить по падению напряжения на резисторе известного сопротивления.

Главной отличительной особенностью вольтомметра является то, что нужный диапазон и режим выбирают нажатием кнопок переключателей SB1—SB3. Если кнопки отпущены, прибор автоматически возвращается в режим измерения максимальных напряжений. Еще одна особенность прибора — даже в неудобных позах (например, в трюме катера) возможно безошибочное включение нужного режима одной рукой, причем, наощупь, при удержании прибора навесу. При этом в поле зрения одновременно находятся шкала, измерительный щуп и цепь объекта измерения. Чтобы это удобство не зависело от полярности измеряемого напряжения, предусмотрен переключатель SA1.

Если контакты этого переключателя находятся в показанном на схеме положении, щуп X1 следует подсоединить к плюсовому напряжению проверяемой



Рис. 2

цепи, а зажим X2 — к минусовому. Окажется открытым диод VD2. Чтобы не менять местами щуп и зажим при обратной полярности измеряемого напряжения, устанавливают подвижный контакт переключателя в другое положение.

При измерении переменного напряжения диод VD1 — выравнивающий, VD2 — выпрямительный. Когда же подвижный контакт переключателя SA1 находится в правом по схеме положении, функции диодов меняются. При этом появляется возможность оперативно обнаруживать некоторые виды искажений формы переменного напряжения — по разности амплитуд полупериодов. Естественно, диоды должны быть одинаковые.

Переключатели SA1 и SB2 размещены на легко доступной для переключений указательным пальцем верхней части корпуса, а SB1 и SB3 — на его боковой стенке. Этим закрепляется приоритет двух верхних переключателей над двумя боковыми. Появляется возможность перед каждым включением режима измерения сопротивлений убеждаться, что на проверяемой цепи нет какого-либо напряжения. Для измерения малых сопротивлений нажимают одновременно кнопки SB1 и SB3, а подвижный контакт переключателя SA1 переводят в правое по схеме положение. Если же нужно измерять малые сопротивления, нажимают кнопку SB1, а подвижный контакт переключателя устанавливают в левое положение.

В качестве SB1—SB3 использованы микропереключатели МП5 (допустимо МП1), имеющие относительно легкий ход приводного механизма. Их работа четко ощущается тактильно и на слух. Паять их нужно осторожно, чтобы флюс не затек внутрь корпуса. Источник питания G1 — аккумулятор Д-0,26. Его можно периодически подзаряжать, не вынимая из корпуса прибора. Для этого нужно зафиксировать в нажатом положении кнопку SB1, поставить подвижный контакт переключателя SA1 в правое по схеме положение, и подать на щуп X1 и зажим X2 постоянное напряжение 2...3 В (плюсом к зажиму). Резистором R3 (СП5-3) устанавливают ток зарядки 26 мА.

Стрелочный индикатор PA1 — индикатор уровня записи М4761-М1. Корпусом для прибора может послужить непрозрачная часть пластмассовой упаковки от популярных часов "Электроника". Посадочные размеры индикатора и упаковки, по случайности, точно совпадают. Если есть возможность, следует отобрать из нескольких индикаторов тот, у которого хорошо сбалансирована подвижная система — при изменении положения прибора стрелка не должна отклоняться от нулевой отметки.

Индикатор необходимо снабдить новой шкалой. Для этого скальпелем вскрывают крышку индикатора и раздвигают упоры (если они есть в данном экземпляре индикатора) настолько, чтобы размах хода стрелки увеличился до 90°. Ослабив гайку фиксации подпятника, устанавливают стрелку на 3 мм левее черного сектора фабричной шкалы, после чего затягивают гайку и фиксируют ее каплей клея. Регулируют и фиксируют магнитную систему так, чтобы стрелка сохраняла одинаковое (около 1 мм) расстояние до шкалы по всему размаху.

Из мелованной бумаги изготавливают и приклеивают новую шкалу (**рис. 3**) размерами 53×30 мм, а затем приклеивают крышку дихлорэтаном.

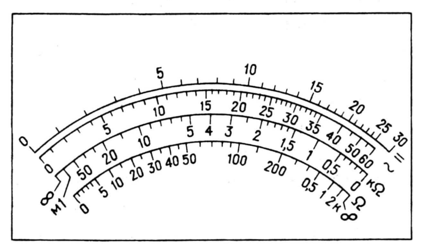


Рис. 3

Пластинами из пластмассы (от верхней крышки упаковки часов или от упаковки кассеты МК-60) необходимо заклеить заподлицо вырезы на дне корпуса. Смоделировав расположение деталей в корпусе (**рис. 4**), сверлят против кнопок переключателей SB1—SB3 отверстия диаметром 5 мм и раззенковывают их сверлом диаметром 10—15 мм. Под движок переключателя SA1 в стенке корпуса прорезают (или высверливают) прямоугольный паз. Эти детали, а также резистор R3 и аккумулятор приклеивают к корпусу клеем "Момент". Но к аккумулятору предварительно, стараясь не перегреть его, быстро припаивают отрезки провода МГТФ. Постоянные резисторы и диоды подпаивают к выводам переключателей (нижний по схеме вывод резистора R2 и верхние выводы диодов спаивают между собой на весу).

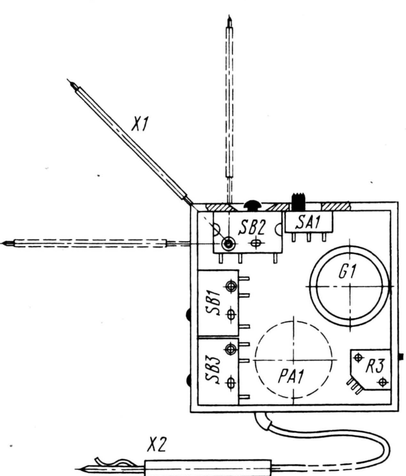


Рис. 4

Щуп X1 — отрезок латунированного провода диаметром 1,5 мм и длиной 76 мм. С одной стороны его заостряют, а с другой сгибают в 13 мм от края примерно под прямым углом. Щуп вставляют снаружи в круглое отверстие в корпусе переключателя SB2 и устраняют люфт подмоткой на щуп полоски фольги шириной 7 мм. На выступающий из отверстия конец щупа надевают пружинку, предварительно облуженную шайбу, оголенный конец соединительного провода (он подходит к SB1 и SB3), и пропаивают соединение. С внешней стороны корпуса проплавляют три канавки глубиной около 1 мм для четкой фиксации щупа в трех рабочих положениях, и одну канавку вдоль диагонали корпуса для укладки щупа в нерабочем положении. На щуп надевают яркий тонкостенный кембрик.

Зажим X2 изготовлен из швейной иглы № 130 от швейной машины. В канаве иглы закреплен отрезок латунированного провода диаметром 0,5 мм. Провод от зажима к прибору лучше применить во фторопластовой изоляции.

При переноске прибора зажим вставляют в "ножны" из расплющенной трубки от "чупа-чупс" длиной 20 мм, приклеенной к корпусу расплавленным капроном.

Налаживая прибор, подбором резистора R2 добиваются отклонения стрелки на конечное деление шкалы, когда на вход (щуп и зажим) будет подано постоянное напряжение 30 В и нажата кнопка SB2. Проверяют калибровку шкалы постоянного напряжения, а затем переменного, подав на щуп и зажим 60 В. Далее подбирают резистор R1 такого сопротивления, чтобы при отпущенной кнопке SB2 стрелка отклонилась для первого напряжения на деление 3 В, а для второго — на 6 В на соответствующих шкалах.

Проверку калибровки шкал сопротивлений производят подключением ко входу прибора резисторов известных сопротивлений.

Если отклонения стрелки индикатора не совпадают с калибровкой шкал, нужно либо перечертить их заново либо составить поправочную таблицу.

После этого нужно туго зафиксировать стрелочный индикатор в корпусе, нанеся по его периметру слой пластилина.

Чтобы избежать "трагедии", о которой шла речь в начале статьи, внутри прибора достаточно разместить отрезок тонкой лески, конец которой в виде петельки можно накинуть на пуговицу при работе на высоте.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Ладыка А.** Миниатюрный тестер с пробником.— М.: ДОСААФ, ВРЛ, вып. 81, с. 1—6.

2. **Кузин В. М.** Переносные комбинированные приборы. — М.: Радио и связь, 1991, с.19.

Электроника для автомоделистов

И. ПОТАЧИН, г. Фокино Брянской обл.

На оживленных перекрестках, кроме светофоров для автомобилей, устанавливают двухцветные светофоры для пешеходов, работающие согласованно с автомобильными. Поэтому второй вариант светофора, более сложный (**рис. 11**), дополнен пешеходными светофорами.

Логика работы светофора такова. Вначале он работает, как и предыдущий — горит зеленый свет одного направления при одновременном свечении красного в другом. Затем зеленый свет переходит в импульсный режим, после чего зажигается желтый и происходит смена цветов на другое направление. При этом все время в пешеходных светофорах горит красный свет.

После прохождения цикла свечения в другом направлении включается желтый свет, после чего на всех основных (автомобильных) светофорах зажигается красный свет, а на пешеходных — зеленый. По окончании определенного времени зеленый “пешеходный” свет гаснет, на основных светофорах включается желтый, а затем цикл начинается снова.

Окончание.
Начало см. в “Радио”, 2003, № 7, с. 55—57

В этой конструкции, кроме того, увеличено соотношение продолжительности свечения основного цвета к продолжительности свечения желтого (как в настоящих светофорах), и это соотношение можно в небольших пределах изменять.

Рассмотрим устройство и работу светофора по его принципиальной схеме совместно с диаграммой сигналов (**рис. 12**) в различных точках конструкции. Светофор состоит из задающего генератора на элементах DD1.1, DD1.2, двоичного счетчика DD2, микросхем DD3—DD5, транзисторных ключей VT1—VT8 и светодиодов HL1—HL20.

Задающий генератор вырабатывает колебания с частотой, определяемой положением движка подстроечного резистора R2 и номиналами элементов C1, C2, R3, R4. Чем ближе движок к верхнему по схеме выводу резистора, тем ниже частота генератора, и наоборот. Импульсы генератора поступают на вход счетчика DD2 (вывод 10) и на вывод 1 буферного инвертора DD5.1.

В начале цикла будут гореть красные светодиоды HL7 и HL8 одного направления, поскольку на выводе 4 счетчика низкий логический уровень (4, t_0—t_2). Будут гореть и зеленые светодиоды HL11, HL12 перпендикулярного направления движения (14, t_0—t_2), потому что на входах элемента DD3.3 высокие уровни (6 и 13, t_0—t_2). Одновременно будут гореть красные светодиоды HL17—HL20 “пешеходного” светофора (17, t_0—t_2).

В таком состоянии устройство будет находиться в течение 16-тактовых импульсов генератора (1—17, t_0—t_2). Семнадцатый импульс переведет счетчик в состояние высокого уровня на выводе 5 (3, t_2—t_3), на вывод 12 элемента DD1.4 начнут поступать импульсы с выхода элемента DD1.3 через резистор R7 (6, t_2—t_3). Зеленые светодиоды HL11, HL12 перейдут в режим мигания. После восьми вспышек эти светодиоды погаснут, так как элемент DD3.2 перейдет в состояние низкого уровня на выходе (11, t_3—t_4). Открывшийся диод VD4 переведет элемент

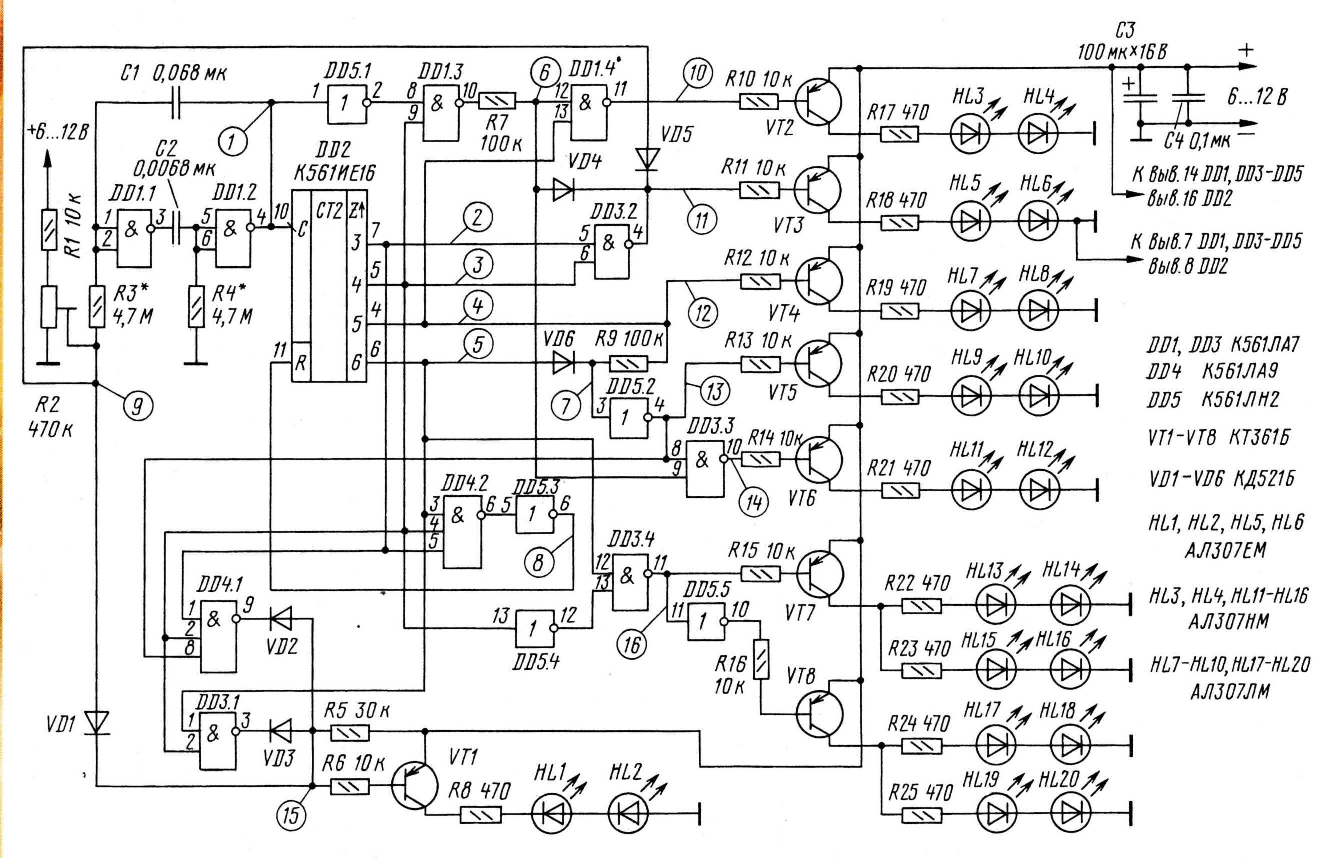


Рис. 11

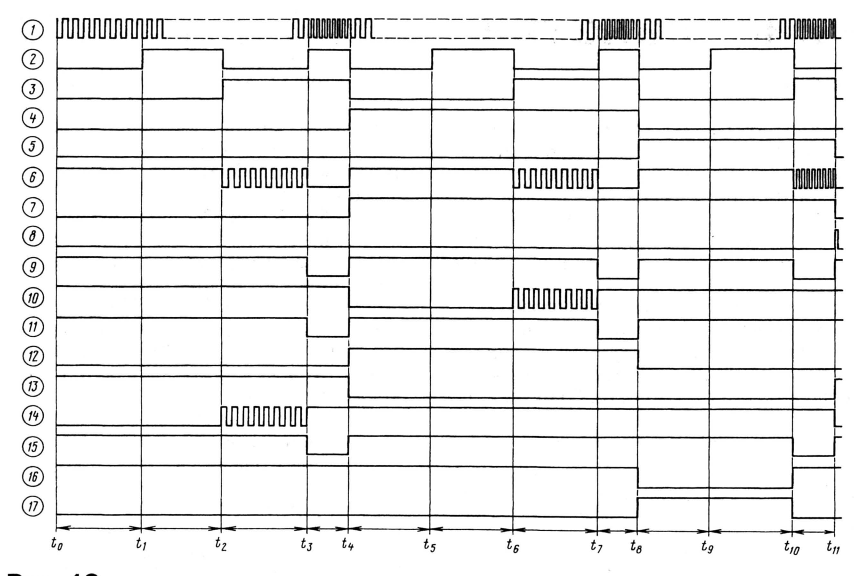


Рис. 12

DD3.3 в состояние высокого уровня на выходе (14, t_3—t_4). Включатся желтые светодиоды HL5, HL6 одного направления (11, t_3—t_4) и такие же светодиоды HL1, HL2 другого направления — ведь на всех входах элемента DD4.1 будут высокие уровни (2, 3, 13, t_3—t_4), и транзистор VT1 откроется с помощью диода VD2 (15, t_3—t_4).

Одновременно низкий уровень через диод VD1 поступит на движок подстроечного резистора и зашунтирует его нижнюю по схеме часть (9, t_3—t_4). Частота генератора увеличится (1, t_3—t_4), что приведет к сокращению продолжительности горения желтого сигнала.

После очередных восьми тактовых импульсов красные HL7, HL8 и желтые HL1, HL2, HL5, HL6 светодиоды погаснут, но зажгутся красные HL9, HL10 (13, t_4—t_6) и зеленые HL3, HL4 (10, t_4—t_6). Высокий уровень на катоде диода VD1 переведет работу генератора в обычный режим — частота генератора снизится до исходной (1 и 15, t_4—t_6). Красные светодиоды HL17—HL20 по-прежнему будут светиться (17, t_4—t_6).

Теперь устройство отработает один цикл для другого направления. Через 16 тактовых импульсов зеленые светодиоды HL3, HL4 перейдут в режим мигания — высокий уровень на выводе 5 счетчика (3, t_6—t_7) разрешит прохождение тактовых импульсов на элемент DD1.4. После восьми вспышек (10, t_6—t_7) светодиоды HL3, HL4 погаснут, поскольку элемент DD3.2 низким уровнем на своем выходе переведет через диод VD4 (6 и 11, t_7—t_8) элемент DD1.4 в состояние высокого уровня на выходе (10, t_7—t_8). Вспыхнут желтые светодиоды HL5, HL6 (11, t_7—t_8). В другом направлении желтые светодиоды HL1, HL2 в этот период гореть не будут (15, t_7—t_8), но красные HL9, HL10 продолжают светиться (13, t_7—t_8). Низкий уровень с вывода 14 элемента DD3.2 (11, t_7—t_8) через диод VD5 вновь увеличит частоту импульсов генератора на время свечения желтых светодиодов (9 и 1, t_7—t_8).

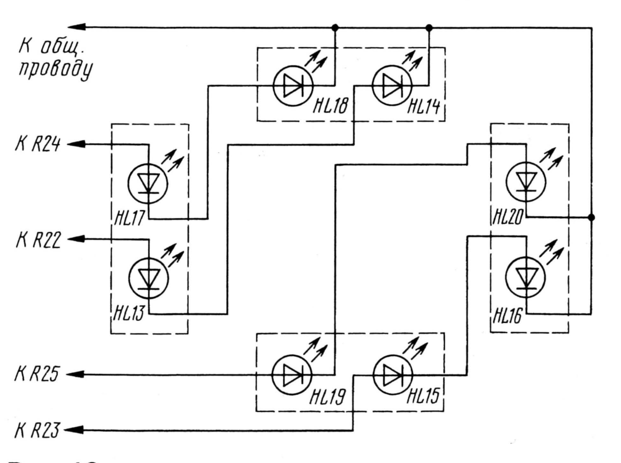


Рис. 13

По окончании восьми тактовых импульсов к продолжающим гореть красным светодиодам HL9, HL10 одного направления добавятся вспыхнувшие красные светодиоды HL7, HL8 (12, t_8—t_{11}) другого направления. В "автомобильных" светофорах будут гореть красные сигналы, запрещающие движение во всех направлениях. Одновременно погаснут красные светодиоды HL17—HL20 "пешеходных" светофоров (17, t_8—t_{10}), а зажгутся зеленые HL13—HL16 (16, t_8—t_{10}). Они будут светиться в течение 16-ти тактовых импульсов (t_8—t_{10}).

Затем высокий уровень на выходе элемента DD3.4 (16, t_{10}—t_{11}) погасит зеленые светодиоды HL13—HL16 и включит красные HL17—HL20. Высокие уровни на выводах 5 и 6 счетчика (3 и 5 соответственно, t_{10}—t_{11}) переведут элемент DD3.1 в состояние низкого уровня на выходе (15, t_{10}—t_{11}). Зажгутся желтые светодиоды HL1, HL2, частота генератора возрастет (1 и 9, t_{10}—t_{11}). В другом направлении будут по-прежнему гореть красные светодиоды HL7, HL8 (12, t_{10}—t_{11}).

После очередных восьми тактовых импульсов желтые светодиоды HL7, HL8 погаснут, поскольку в этот момент (t_{11}) высокие уровни на выводах 7, 5, 6 счетчика (2, 3, 5, t_{11}) с помощью элемента DD4.2 и инвертора DD5.3 сформируют короткий импульс сброса (8, t_{11}), который поступит на вывод 11 счетчика. Теперь счетчик установится в исходное состояние, цикл работы светофора повторится.

В этой конструкции можно использовать такие же детали, что и в предыдущей. Светодиоды HL1—HL12 основных светофоров следует смонтировать так же, как и в первом варианте. Но к основным добавятся светодиоды "пешеходных" светофоров, которые следует соединить между собой в соответствии с **рис. 13**.

Налаживание устройства сводится к установке желаемого соотношения продолжительности свечения основных сигналов к продолжительности желтого света с помощью подстроечного резистора R2. При включении желтого света частота генератора максимальная, а при включении основных сигналов она определяется подстроечным резистором. Чем ближе его движок к верхнему по схеме выводу, тем ниже частота генератора. Поэтому изменением в определенных пределах основной частоты генератора удастся подобрать указанное выше соотношение продолжительностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Юров В. Электронный светофор.** — Радио, 1982, № 1, с. 55.

2. **Евсеев А. Электронный светофор на реверсивном счетчике и дешифраторе-демультиплексоре.** — Радио, 1984, № 3, с. 52, 53.

3. **Козлов А. Электронный светофор.** — Радио, 1987, № 7, с. 38, 39.

4. **Засухин С. Электронный светофор.** — Радио, 1992, № 2—3, с. 55, 56.

5. **Сальников А. Электронный светофор.** — Радио, 2001, № 12, с. 54.

Габаритные огни инопланетян

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Назначение этой конструкции становится ясно уже из названия статьи — ее можно разместить в модели фантастического НЛО — неопознанного летающего объекта.

Конструкция состоит из восьми светодиодов разного цвета свечения. Для получения задуманного эффекта нужны светодиоды с хорошими светотехническими характеристиками, поэтому автор использовал зарубежные светодиоды фирмы "Kingbright".

Схема конструкции приведена на **рисунке**. Светодиоды HL1—HL4 — мигающие. Они способны давать вспышки света с частотой 1...3 Гц при подаче на любой из них питающего напряжения 3...12 В через токоограничивающий резистор соответствующего сопротивления (от десятков ом до единиц и даже сотен килоом). Светодиоды HL5—HL8 — двукристальные трехвыводные с общим катодом. В зависимости от протекающего тока и от того, на какой из кристаллов подается напряжение, светодиод светит одним из двух—трех возможных цветов.

Если в какой-то момент времени вспыхнет светодиод HL1, то кроме него загорится желтый кристалл светодиода HL5, зеленый HL7 и желтый HL8. В случае одновременного вспыхивания с HL1 светодиода HL2 засветятся оба кристалла HL5, что даст примерно оранжевый цвет свечения, а также ярче засветятся левые по схеме кристаллы светодиодов HL7, HL8.

Разберем еще одну ситуацию. Допустим, что вспыхнут светодиоды HL2 и HL3, а HL1, HL4 будут погашены. Тогда светодиоды HL5, HL6 засветятся красным светом, а в HL7, HL8 будут светиться оба кристалла, что даст результирующий желто-зеленый гуманоидный цвет свечения.

Поскольку частоты вспышек мигающих светодиодов не совпадают, общая картина вспыхивания светодиодов будет напоминать некий "разумный хаос". Если на небольшой (до 100 мм в диаметре) "летающей тарелке" будут по окружности расположены все светодиоды, то можно порекомендовать такое их "соседство": HL1, HL5, HL2, HL7, HL3, HL6, HL4, HL8.

Резистор R5 был первоначально установлен для защиты светодиодов от непредвиденных соединений-замыканий, но, как оказалось, с этим резистором огоньки вспыхивают более динамично.

Для крупногабаритной модели (космическая орбитальная станция, военная подводная база и т. д.) можно собрать несколько аналогичных устройств. Средний потребляемый каждым устройством ток составит 20...30 мА.

По впечатлению автора, на месте двуханодных светодиодов лучше применять светодиоды с природно "зрительно родственными" цветами, соседствующими на воображаемой линейке спектра (красный — желтый, зеленый — желтый). Особенно это касается HL5, HL6. К примеру, если на месте этих светодиодов использовать экземпляры с красным и зеленым цветом свечения, то создаваемая ими цветовая композиция будет излишне пестрой, что будет не только утомительно для зрения, но и несколько портить впечатление от демонстрируемой игрушки. В целом же, приобретя большое количество разнообразных светодиодов, можно создать то, что и при хаосе, задаваемом мигающими светодиодами, будет рождать теплую или иную (скажем, зловещую) гармонию.

Указанные на схеме светодиоды имеют диаметр около 5 мм. Вот возможные варианты их замены. Мигающие красные — L56BID, L56BSRD/B, круглые — диаметром 5 мм; L796BSRC/D, L796BSRD/B, L796BID — диаметром 8 мм; L816BSRC, L816BSRD/B, L816BID — диаметром 10 мм. Мигающие зеленые — L56BGD, L796BGD, L816BGD, диаметры корпусов соответствуют сериям мигающих красных. Мигающие желтые — L56BYD, L796BYD, L816BYD. Указанные светодиоды обладают яркостью вспышки от 20 до 800 мКд и имеют разную окраску корпуса — от матового до полностью прозрачного.

Что касается двуханодных светодиодов, они бывают разных размеров: L93 — круглые 3 мм, L59 — круглые 5 мм, L799 — круглые 8 мм, L119 — прямоугольные 5×2 мм. Красно-зеленые могут быть L59EGW, L59SRSGW/CC, L59SURKMGKW, L59EGC, L59SRSGC/CC, L59SURKSGC, L119EGW, L119SURKMGKWT, L93WEGS, L799EGW, желто-зеленые — L59GYW, L59GYC, L93WGYC, красно-желтые — L59EYW, L59EYC. Возможно также применение светодиодов других серий и производителей с яркостью свечения не менее 8 мКд.

Для получения "потрясающего космического эффекта" последовательно с мигающими светодиодами можно включить обычные круглые светодиоды типов L934MBD, L934MBT, L934MBC диаметром 3 мм либо диаметром 5 мм, но весьма яркие для своего цвета (400...1000 мКд) L7113PBD, L7113PBT, L7113PBC. Они будут вспыхивать синхронно со "своим" мигающим светодиодом, но напряжение питания придется увеличить до 12...16 В.

Светодиоды устанавливают в желаемом порядке по периметру корпуса игрушки. Подпайку к их выводам рекомендуется делать не ближе 20 мм от корпуса светодиода, что практически исключает его порчу.

Резистор R5 и конденсатор C1 можно не ставить, но в этом случае не исключено проникновение в цепь питания импульсных помех.

По следам наших публикаций

Расширение возможностей программы «автоматического» удаления временных файлов

В. ФЕОКТИСТОВ, г. Санкт-Петербург

Программа "автоматического" удаления файлов, описанная в одноименной статье В. Ашарина в "Радио", 2001, № 10, с. 53, обладает некоторыми недостатками. Она представляет собой пакетный файл MS DOS и для ее написания предложено воспользоваться текстовым редактором Notepad, который пользователи IBM-совместимых компьютеров не всегда устанавливают на ПЭВМ. Указанный текстовый редактор, в отличие от редактора Lexicon, не позволяет напрямую сохранять текст программы под именем autoeraser.bat. Программа В. Ашарина удаляет временные файлы только одного имени — с расширением *.tmp.

В каталоге C:\WINDOWS\TEMP накапливаются временные файлы не только с этим расширением, но и с *.wbk, которые также занимают значительный объем памяти ПЭВМ.

При работе оператора с текстовым редактором Lexicon в каталоге C:\Lexicon создаются и могут накапливаться временные файлы с расширением имени *.bak.

Поэтому предлагаю расширить возможности программы и привожу новую версию ее текста.

```
REM autoeraser
@ECHO OFF
CLS
ECHO Autoeraser V1.00
PAUSE
CD C:\WINDOWS\TEMP
DEL *.TMP
DEL *.WBK
CD C:\LEXICON
DEL *.BAK
ECHO All temporary files
ECHO have been deleted
PAUSE
CD C:\
CLS
```

Программа устанавливается любым текстовым редактором WINDOWS или MS DOS, например, Lexicon (формат "текстовые файлы DOS (*.txt)"), под именем autoeraser.bat. Запускает программу оператор ПЭВМ.

Ответственный редактор Степанов Б. Г. (RU3AX)
тел. 207-68-89
E-mail: kw-ukw@ radio.ru
connect@ radio.ru

РАДИО о связи

При содействии Союза радиолюбителей России

ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ

Китайские заметки

Алексей СИНЧУКОВ (RK3DT)

Пекин, декабрь 2001 года — март 2002 года.

И вот я в столице древнейшей, по утверждению историков, цивилизации. Позади остались неказистый Тайвань и короткая остановка в солнечном и всегда гостеприимном Гонконге.

Неделя ушла на выяснение местной обстановки, покупки зимней одежды на одном из местных рынков и ни к чему не приведшие единичные попытки списаться с местными радиолюбителями. Наконец суета улеглась и выдался момент позвонить по присланному мне еще до приезда сюда телефону штаб-квартиры китайской национальной радиолюбительской организации CRSA (Chinese Radio Sport Association). По телефону на прекрасном английском со мною общался Хан (BG1HZF), исполнительный секретарь Ассоциации. Мы договорились, что я подъеду утром следующего дня. Для получения разрешения на право работы в эфире, сроком на один год, нужно привезти копию лицензии и паспорта, одну фотографию и пять долларов или их местный эквивалент.



В гостях у Ли (BD8TG)

Штаб-квартира располагалась в южной части города, недалеко от паркового комплекса Храма Небес. Пять минут на такси от ближайшей станции метро — и я стою во дворе четырехэтажного Г-образного дома, рассматривая антенное хозяйство на крыше. На четвертом этаже меня радушно встретил Хан и сразу проводил в небольшое помещение радиостанции. Аппаратуру он, однако, не включил, а лишь кратко рассказал об истории современного китайского радиолюбительства, объясняя, что бурный толчок в последние годы оно получило благодаря Си-Би и коммерческим пользователям УКВ диапазонов. Лицензии в Китае имеют три класса и определяют префикс: BA — первый класс, BD — второй класс и BG — третий. Коллективным радиостанциям выделен префикс BY, а спецпозывным — BT. Оставив меня на пару минут одного, он возвратился и вручил закатанное в пластик разрешение. “Здесь у нас организация, мы не можем постоянно пускать гостей для работы в эфире” — как бы предупреждая, говорит он мне. Я понимающе киваю головой.

Завожу разговор о BY1DX. Хан говорит, что станция создана при участии компании Нокиа и посторонних туда пускают неохотно. Он посоветовал мне поговорить с находящимся в тот момент в Пекине Яри (OH2BVI) — действующим куратором станции.

Мы с Ханом попрощались и, как оказалось, навсегда, — где-то через месяц прошли перевыборы и новым секретарем стал известный радиолюбитель Чен (BA1HAM).

У меня снова начались суета да разъезды. И вот в феврале, сразу после китайского Нового Года я звоню Яри. Выслушав меня, он предлагает на следующей неделе в выходные вместе поехать на BY1DX.

Вот, наконец, мы на месте – у небольшого здания районного Дома творчества молодежи. С улицы, за близлежащими пятиэтажными домами, видна покосившаяся на бок трехэлементная антенна. Проходим внутрь, поднимаемся на второй этаж и стучимся в помещение, в котором сквозь небольшое стекло в двери виден класс с рядами парт и разным хламом на грязных верстаках у стен. “Здесь Чен (BG1CJZ) проводит занятия. Вроде уже давно должен быть здесь” — изрекает Яри. Через пять минут он появляется с радостной улыбкой, но Яри остается сдержан. Он представляет меня и получает ключ от станции. “Мы пойдем поправим антенны”, — говорит он перед уходом.

Поднявшись на шестой этаж, мы входим в просторное светлое помещение.



В Веншане (слева направо): BD8TG, BG8UL, BD8UK, RK3DT, BG8UX, BG8UI, BG8UJ

Продолжение см. на с. 69

"Именины сердца..."

Именно так называлась статья в "КВ журнале", в которой рассказывалось об итогах первых соревнований "Старый Новый год". Без всяких сомнений такое название подходит и к рассказу о седьмых соревнованиях. Ведь несколько лет подряд число их участников неизменно возрастает, и, что особенно радует организаторов, этот рост обусловлен, в том числе, и явным интересом, который стали проявлять к ним ведущие контестмены страны. На **рис. 1** показано изменение числа участников "Старого Нового года" за прошедшие семь лет. Не очень понятны причины "провала" в 1998—1999 г.г. Можно лишь предположить, что экономические последствия "дефолта" повлияли в этот период и на общую активность радиолюбителей в эфире.

Радует и то, что в "Старом Новом годе" стали активны YL. В этом году в личном зачете выступали Екатерина Ендовицкая (RX6CO), Ольга Скобелева (RA3TYL), Ирина Черная (RU3XY), Алена Румынская (RK6AKG), Виктория Корюкина (RA0BM), Наталия Назарова (UA0SVF) и Римма Корпачева (RZ9WM). О возрасте YL говорить не принято, но нельзя не отметить, что Алене Румынской всего 11 лет, а стаж работы в эфире уже два года! Так что пора подумать и о введении еще одной подгруппы — чисто "женской". В подгруппе наблюдателей под позывным RZ3AZA/SWL приняла участие Наталия Черкас. Кроме того, в команде радиостанции RK4YWK работали две девушки, а в командах UR4LWV и UN8IRR — еще по одной.

Помимо россиян в соревнованиях "Старый Новый год — 2003" приняли участие спортсмены Украины, Белоруссии, Молдовы, Узбекистана, Болгарии, Казахстана, Латвии, Литвы, Германии и Польши. Россию представляли 246 индивидуальных и коллективных радиостанций из 17 областей третьего и девятого районов, 12 — нулевого, 10 — четвертого, 6 — шестого, 5 — первого, а также из единственной области второго района — Калининградской. Распределение участников — россиян по радиолюбительским районам приведено на **рис. 2**.

Из отчетов следует, что средний возраст участников — россиян, выступав-

Индивидуальные радиостанции (общий зачет)

1.	RZ3AZ	532	39734
2.	RK4FF	522	38149
3.	UA9AM	524	37364
4.	RA3CW	496	36439
5.	UA9CLB	489	35938
6.	UA4RC	497	35206
7.	UY5ZZ	467	34268
8.	UA4LU	453	33480
9.	RX3DCX	457	32747
10.	RW9TA	450	32630
11.	EW8MW	430	32405
12.	UA6LJ	408	30532
13.	UA9CDC	406	30497
14.	RK3BA	402	29250
15.	RW9WA	371	27690
16.	RK3DK	363	27030
17.	UA2FZ	361	26701
18.	RZ3ZZ	356	26652
19.	EW8DX	358	26433
20.	UA3TU	344	25283
21.	RV3ML	338	24934
22.	UA9KM	337	24842
23.	RX6CO	340	24799
24.	RA0BA	336	24541
25.	RA9DZ	325	24199
26.	RZ3VA	320	23520
27.	UA4AAC	313	23388
28.	UX9IO	310	23375
29.	UA0QBR	317	23238
30.	RU0AW	317	23144
31.	UA0JQ	312	22653
32.	UA3DPX	302	22552
33.	UA9JKA	313	22379
34.	UA9TX	297	22365
35.	EW7KR	279	20687
36.	RU3AT	274	20401
37.	EV6Z	271	20289
38.	UR3HC	272	20267
39.	UA3BZ	280	20244
40.	RA3OU	279	20042
41.	UA3ICV	270	19663
42.	UA6UDV	274	19638
43.	ER3CT	273	19535
44.	UA9AX	265	19062
45.	RA3AN	257	19005
46.	UA4WLI	262	18736
47.	RV6AJ	250	18597
48.	RN3ZHV	255	18413
49.	UA9OMT	252	18409
50.	US8IM	247	18374
51.	UA3WFY	248	18289
52.	RA6CT	247	18258
53.	RA9FLW	250	17661
54.	RW4WZ	252	17631
55.	RZ9UF	248	17616
56.	UK8IT	239	17479
57.	RA3XA	247	17453
58.	RX9WN	246	17249
59.	UA9XBI	232	17033
60.	RN4SS	232	17033
61.	RZ9AE	231	16929
62.	RZ9UGN	230	16719
63.	RA0AA	227	16625
64.	RK1NA	225	16441
65.	UT5MB	229	16422
66.	RW9WW	218	16084
67.	RW3DG	221	15929
68.	UT7GX	213	15667
69.	UX3HA	206	15309
70.	RU9AC	210	15158
71.	RX3XF	208	15108
72.	LZ2DB	207	14882
73.	UA9ORQ	204	14839
74.	RW3VI	208	14723
75.	RW0UU	202	14608
76.	RW9AB	196	14551
77.	UA4NF	200	14451
78.	RU6YY	198	14264
79.	RA4AOR	193	14192
80.	UA3URD	194	14126
81.	UN7FW	195	13963
82.	RW0CF	197	13889
83.	RA3TYL	196	13864
84.	UR5MFR	192	13369
85.	RA3VZ	178	13150
86.	RW4HM	171	13119
87.	RA4HW	176	12957
88.	UA9CSG	179	12843
89.	RA3AMZ/3	180	12811
90.	RX9AV	174	12809
91.	RA9XF	177	12532
92.	RU3XY	166	12510
93.	RU0BW	170	12336
94.	UA3ARN	168	12202
95.	RA4HX	162	12105
96.	UK8BN	161	12055
97.	UA9FGJ	159	12025
98.	YL2KA	161	11914
99.	RU4WE	160	11858
100.	UA9JIG	163	11578
101.	RV9WP	161	11494
102.	UA1WBV	162	11361
103.	UA9ADW	154	11352
104.	RX3OM	152	11262
105.	RW0AW	148	11255
106.	RU9CZ	158	11242
107.	RA3FD	154	11232
108.	RW0QR	152	11223
109.	RV9WA	160	11060
110.	RX9JV	161	10938
111.	UA9OA	146	10786
112.	RX3DAC	153	10699
113.	RZ9IB	146	10648
114.	RK6AKG	154	10619
115.	RW3QW	152	10488
116.	RA9AU	146	10468
117.	ER3AC	142	10390
118.	RA9DP	146	10252
119.	UA0FDX	142	10228
120.	UA0WW	143	10214
121.	RA3VQ	146	10184
122.	UA9OUB	142	10022
123.	RU3WR	136	10013
124.	UA9OSV	132	9927
125.	UN7EED	135	9835
126.	UA3TEO	131	9799
127.	RA1WJ	129	9763
128.	RK3ABI	135	9718
129.	RA0BM	129	9599
130.	RA3XAC	125	9462
131	RW0AJ	122	9353
132.	RA3WP	128	9321
133.	UT2CQ	130	9302
134.	UA0JFS	122	9275
135.	RV9UF	125	9201
136.	RU9UB	134	9094
137.	UA9CLR	124	9064
138.	RW6CW	117	8895
139.	UA0SVF	118	8730
140.	RW4NX	115	8711
141.	RW9FD	117	8514
142.	LZ1IA	112	8480
143.	UA9HN	122	8454
144.	UA0JD	116	8449
145.	UX7QD	111	8425
146.	UA0SMF	117	8388
147.	RX6LP	116	8361
148.	UA3VLO	108	8217
149.	UA9JLL	108	8189
150.	UA6AKD	112	8158
151.	UA9AUO	115	8125
152.	UA0YAY	106	8098
153.	UR3LBN	109	7940
154.	UA3ALS	110	7886
155.	RA3WQV	107	7811
156.	RW4AD	107	7782
157.	UA9WQK	105	7679
158.	RW9TN	105	7575
159.	UT0RM	106	7473
160.	UA0ZFK	102	7331
161.	RW3GU	100	7331
162.	UN7EX	100	7324
163.	RU9YF	101	7317
164.	LY2LF	103	7271
165.	RA0UK	104	7220
166.	UA0QIQ	96	6762
167.	UK8IG	92	6755
168.	RV9CLF	92	6732
169.	RW0AB	88	6717
170.	RA9CNF	93	6704
171.	UA0CDC	92	6660
172.	RN3ZIC	95	6642
173.	UA9SMU	93	6575
174.	EW6CU	83	6564
175.	RW4HOF	91	6414
176.	RW4HIH	89	6397
177.	UN7EFV	83	6308
178.	UA9FL	83	6141
179.	RA0QA	87	6052
180.	RX6LSZ	82	5818
181.	UT2IO	75	5331
182.	UA9CVU	84	5321
183.	UN9LN	71	5249
184.	UA9AZ	67	5233
185.	RX3RC	68	4962
186.	RW4PJ	69	4958
187.	RZ4AG	71	4857
188.	UA9QCP/3	64	4828
189.	U1BD	51	4085
190.	UA0FX	56	3977
191.	RZ9WM	53	3817
192.	UA6BCG	53	3760
193.	RV3UN	52	3517
194.	RV3UG	47	3332
195.	US5EEK	40	3249
196.	UA3EUW	45	3134
197.	LZ1FJ	39	2986
198.	UA0SQU	40	2850
199.	DL1LAW	35	2737
200.	RA0JT	34	2442
201.	UA2FL	17	1309
202.	SP9DUX	17	1273
203.	UU9JQ	18	1226
204.	RA9UCD	13	1100
205.	EW8EW	16	1035
206.	UA0JJJ	8	571
207.	UA9AGR	8	569
208.	UA0SFW	1	31

Индивидуальные радиостанции (стаж 50 и более лет)

1.	UA3WW	325	23997
2.	U6HU	240	18052
3.	U3TA	179	13877
4.	UA3TJ	145	11337
5.	RW9WO	131	9942
6.	U3DI	112	8687
7.	U3TV	69	5608
8.	UA3WX	65	5076
9.	RK3AV	55	4290
10.	UA1FA	37	2825
11.	UA3DKF	25	2764

Индивидуальные радиостанции (возраст плюс стаж 100 и более лет)

1.	RU3AA	504	36578
2.	UA0OE	294	21467
3.	YL2PQ	255	19931
4.	RA6AF	254	18846
5.	RA3TE	234	17332
6.	RV3DAR	233	17252
7.	UA9XS	228	17235
8.	UA3WT	213	16197
9.	EU6AA	201	15139
10.	UA9ACJ	209	14940
11.	RZ9WX	185	13120
12.	UA9CL	177	12727
13.	UA4NC	175	12641
14.	UA9CBM	167	12374
15.	UA0UV	154	11145
16.	UA0SY	158	10888
17.	UY5WA	151	10871
18.	UA9LU	151	10707
19.	EW8OK	141	10627
20.	RA1QO	137	9867
21.	UA4PI	135	9359
22.	UA3GM	126	9346
23.	RX9BS	120	8809
24.	UA4AP	115	8778
25.	UN7PKK	117	8163
26.	UA3WI	117	8154
27.	RA4AI	112	7970
28.	UA9DD	105	7916
29.	UA4AY	100	7755
30.	UA3YAM	104	7321
31.	UX1IB	103	7160
32.	UA3RDR	103	7096
33.	UA4AR	89	6325
34.	UA1ZBL	88	6319
35.	RW0QO	86	6288
36.	UA0WI	78	5985
37.	RW4HH	73	5694
38.	UT5JAB	81	5426
39.	UA4AD	59	4478
40.	RN1BR	52	4052
41.	UN7EP	50	3771
42.	RX9LU	44	3170
43.	UA3LBE	44	3153
44.	UA9CAF	40	3125
45.	4Z5KZ	39	2892
46.	UA3XAN	38	2862

Коллективные радиостанции

1.	RW4LYL	725	53113
2.	RZ9WWH	639	46494
3.	RK9JWR	497	36443
4.	RK3MWJ	356	25989
5.	RZ4PXJ	345	24723
6.	UN8LA	315	23443
7.	RK9KWB	283	20447
8.	RK3GXB	270	19552
9.	RK3ZWF	268	19491
10.	RZ6LYA	251.	18482
11.	RK3AWA	239	17462
12.	RK3ZWH	233	16802
13.	RZ9SWP	236	16257
14.	RK4YWK	218	14747
15.	UA0Q	197	14554
16.	RK9CYA	197	14019
17.	RK6HWR	175	13409
18.	RZ1CXD	167	11979
19.	UA9UWM	170	11835
20.	RZ3TYU	159	11274
21.	RZ9OWN	143	10455
22.	UR4LWV	131	9609
23.	RZ0JWD	130	9261
24.	UN8CWL	126	8646
25.	RK0SXR	117	8633
26.	RK0QWT	117	8512
27.	RZ9UWZ	107	8047
28.	RK9MWL	115	8746
29.	RK0AXK	102	7657
30.	RK9QWN	94	6526
31.	RZ3AWM	73	5339
32.	UN8IRR	76	5119
33.	RZ3DXK	68	3980
34.	RK3WWX	34	2326
35.	RK3SXG	26	1806
36.	RK9SWY	21	1440

Наблюдатели

1.	UA3-170-847	449	33192
2.	UA3-155-28	323	24365
3.	UA0-124-946	78	10758
4.	RZ3AZA/SWL	120	8998

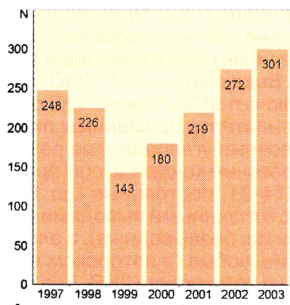


Рис. 1

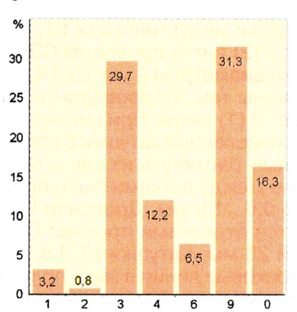


Рис. 2

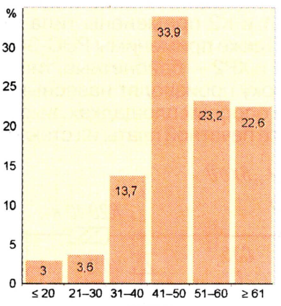


Рис. 3

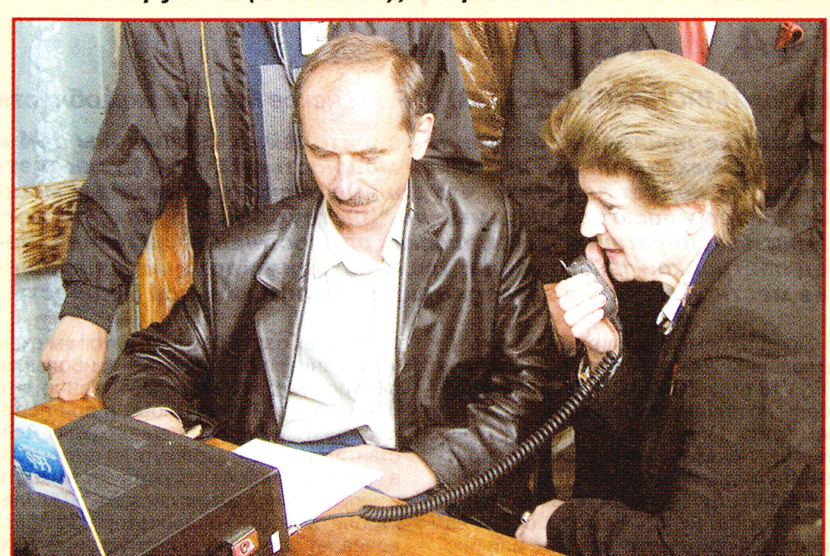
ших в индивидуальном зачете, не очень маленький — 50 лет, а средний стаж работы в эфире — 31 год. Эта статистика особенного грустно смотрится на фоне аналогичных данных для Украины — 40 и 19 лет соответственно. Эти цифры могли быть иными, если бы была возможность дополнить их статистикой по коллективным радиостанциям, на которых работает больше молодежи. Но, к сожалению, оформление титульных листов отчетов многих "коллективок" не позволяет сделать это. На **рис. 3** показано распределение участников по возрастным подгруппам. Здесь учитывались только российские участники. Как говорится, комментарии излишни.

Ну а теперь о более приятном. Победители "Старого Нового года" по подгруппам уже несколько лет не сдают своих позиций: среди индивидуальных радиостанций в общем зачете это Александр Гиманов (RZ3AZ), среди операторов со стажем работы в эфире 50 и более лет — Владимир Поваляев (UA3WW), а с суммой возраста и стажа 100 и более лет — Константин Хачатуров (RU3AA). В подгруппе коллективных радиостанций победила команда RW4LYL (операторы RA4LW, RA4LZ, RU4LM, RW4LE), а лучшим наблюдателем стал Владимир Игнатов (UA3-170-847).

В итоговых таблицах по подгруппам приведены: место, позывной, число связей и очков.

В эфире «Чайка»

Евгений Трубкин (UA3MMM), г. Ярославль



В этом году исполнилось 40 лет со дня первого полета в космос женщины — космонавта Валентины Владимировны Терешковой. В честь этого события 12 июня этого года радиолюбителями Ярославской области была организована работа юбилейной радиостанции UE3M. Она вышла в эфир из музея Космоса на родине В. Терешковой в пос. Никульское Тутаевского района Ярославской области.

В эти дни Валентина Владимировна находилась в Никульском. Она посетила музей и провела несколько связей с радиолюбителями как России, так и других стран мира.

Кузбасс — 2003



Победители соревнований: 3 место — RZ9HG и RZ9IR; 1 место — RZ9UA и RW9UP; 2 место — UA0AGI и UA0ANW

В начале июня этого года в г. Белово Кемеровской области прошел Второй открытый чемпионат Кузбасса по радиосвязи на КВ телеграфом. Для участия в нем приехали семь команд из Кемерово, Красноярска, Томска, Новосибирска, Омска и Новокузнецка.

Во время проведения соревнований немного подкачало прохождение, но это не слишком огорчило участников. Они все-таки смогли провести большое число радиосвязей. В этом году команды хорошо позаботились о своей аппаратуре: все сделали прекрасные антенны, а из трансиверов в основном использовали FT1000MP. Иными словами каждая позиция представляла из себя полноценный "шэк".

Помимо эфирной части соревнований для участников проводились и культурные мероприятия, спринт по ловле рыбы и раков.

В общем соревнования удались, а многие участники сожалели лишь о том, что такие соревнования больше не проводятся почти нигде.

Транзисторные усилители мощности на диапазоны 144 и 430 МГц

Николай МЯСНИКОВ (UA3DJG), г. Раменское Московской области

В статье приведено описание усилителей на диапазоны 144 и 430 МГц, максимальной выходной мощностью 80 и 50 Вт соответственно. Следует заметить, что данные значения выходных мощностей превышают допустимые по "Инструкции о порядке регистрации и эксплуатации любительских радиостанций" значения. Перед постройкой такого усилителя необходимо получить разрешение местного ГРЧЦ на эксперименты при повышенной мощности.

Предлагаемые усилители мощности выполнены на сдвоенном транзисторе VT7, VT8 типа 2Т985АС (КТ985АС), построены по практически одинаковым схемам (**рис. 1**). На схеме номиналы элементов, показанные без скобок, соответствуют диапазону 144 МГц, в скобках — 430 МГц. Если указан только один номинал, то он используется в обоих вариантах, а при отсутствии того или иного номинала данный элемент на данном диапазоне отсутствует вовсе.

Усилители дополнены полезным сервисом — светодиодным индикатором выходной мощности и схемой высокочастотного VOX (разработка YU1AW). На **рис. 2** приведен внешний вид усилителя диапазона 430 МГц.

Из всех опробованных автором схем VOX, данная обеспечивает наибольшее быстродействие на срабатывание, что оберегает от неприятностей при переключении контактов антенного реле. Действительно, если взглянуть на схему VOX, в ней практически отсутствуют емкости в цепи формирования сигнала "+Т". Электролитический конденсатор С38 обеспечивает задержку на отпускание VOX. Его величину подбирают такой, чтобы время отпускания VOX усилителя примерно соответствовало времени переключения режимов прием-передача, выставленному в базовом трансивере. В авторском варианте, при величине указанной емкости 4,7 мкФ, время задержки VOX равно 0,2 с. При желании схему VOX можно и не использовать, классически соединив цепи коммутации с трансивером. Выключатель SA1 "QRO" позволяет отключать VOX (режим "Обход").

В усилителях применимы любые непроволочные углеродистые резисторы. Подстроечные конденсаторы применены типа КТ4-21, постоянные (до 1000 пФ) — КМ с отпаянными выводами (используемые как безвыводные), а электролитические любые (в авторском варианте К52-1) на напряжение 25 В. Все светодиоды, имеющиеся в усилителе, на напряжение 1,5 В (например, АЛ307).

Катушки индуктивности L1, L2 и L17 имеют 4 (2) витка проводом ПЭВ-0,8 на оправке диаметром 4 мм; L3, L4, L15, L16 выполнены тем же проводом и оправке и имеют 2 (1) витка. При снятии всех выше перечисленных катушек с оправок необходимо растянуть их так, чтобы расстояние между витками было приблизительно 0,6...1,0 мм. Дроссели L9 — L12 являются отрезками провода ПЭВ-0,47 длиной 25 мм. Катушки L7, L8, L13, L14 — полосковые линии в виде полукруглой скобы из медного (лучше посеребренного) провода диаметром 1,0 мм, длиной 15 (10) мм. Дроссели L5 и L6 типа ДМ. Реле К1 и К2 применены типа РПВ-2/7 (12 В). Также применимы РЭС-34. Разъемы ХР1 и ХР2 — байонетные, типа СР-50.

Сборку производят навесным монтажом на опорных площадках, вырезанных в фольге печатной платы из стеклотексто-

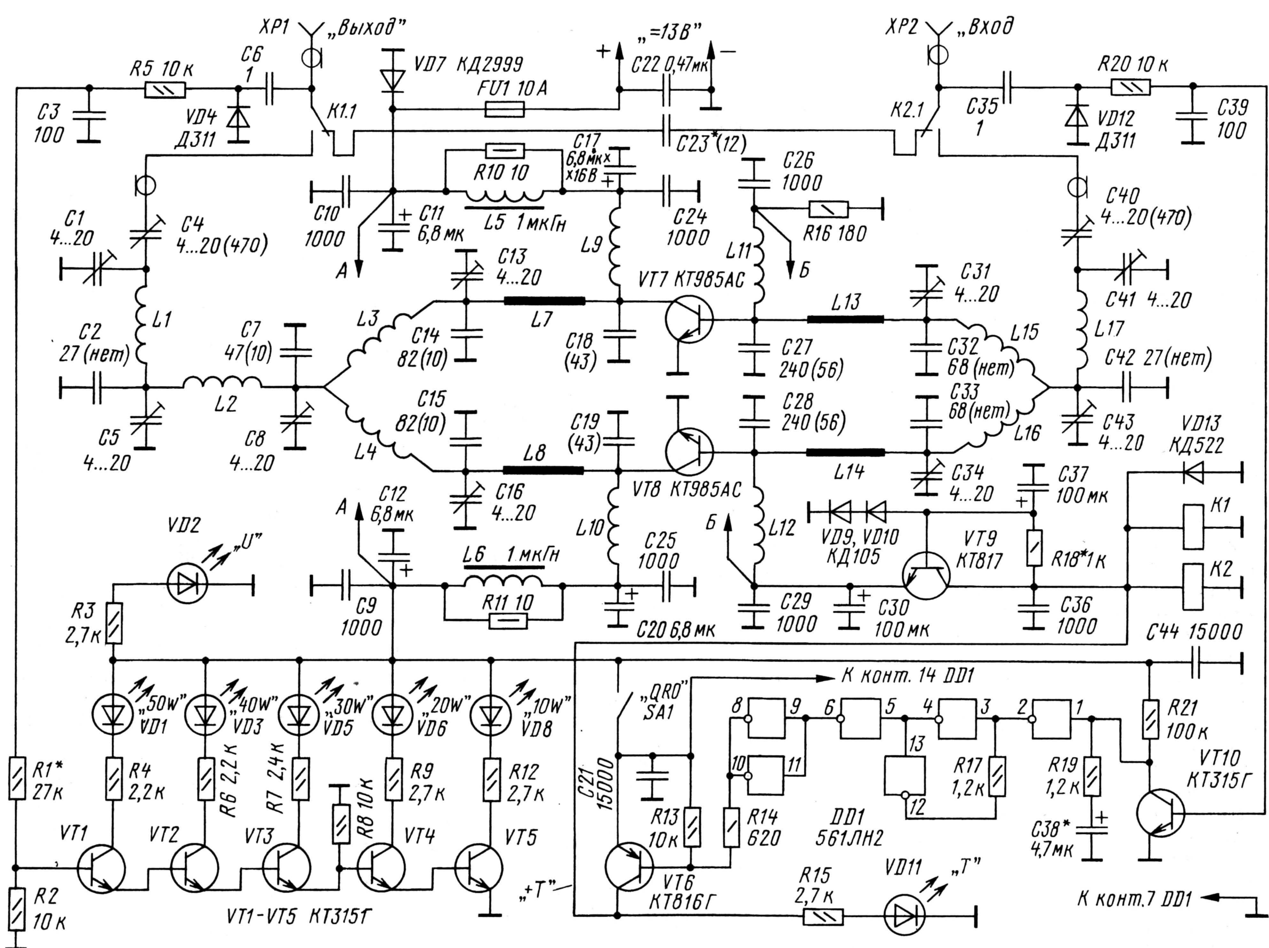


Рис. 1

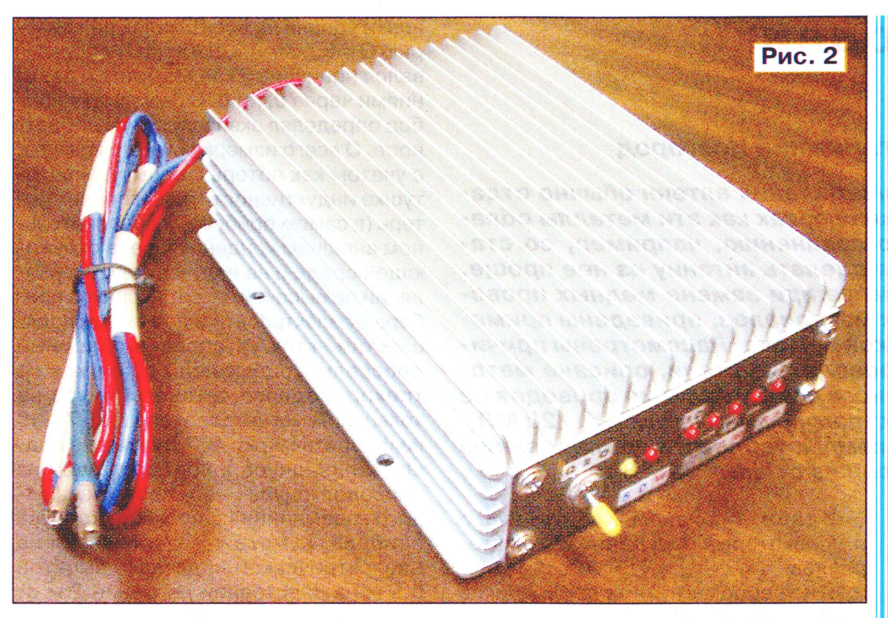


Рис. 2

лита. Расположение элементов ВЧ части — в линейку. Оно повторяет рисунок схемы. Требования к монтажу классические для УКВ конструкций — минимальная длина выводов деталей. Печатная плата устанавливается в корпус-радиатор размерами 50×120×150 мм. Особенно хочется подчеркнуть способ подпайки подстроечных конденсаторов КТ4-21. Выводы последних перед пайкой загибают вверх, практически вдоль корпуса, затем зачищают места изгиба шкуркой и залуживают паяльником. При пайке прижимают конденсатор пинцетом к фольге (площадкам платы) и быстро разогревают паяльником фольгу (предварительно облуженную) вблизи вывода. Таким образом происходит подпайка конденсатора с минимальной длиной выводов. Выпаять такой конденсатор также просто — ухватившись пинцетом за вывод, опять разогреваем фольгу. Реле К1 и К2 установлены непосредственно на разъемах ХР1 и ХР2.

Для уменьшения термодрейфа тока коллекторов выходных транзисторов диод VD9 в стабилизаторе можно заменить на транзистор типа КТ814, как показано на **рис. 3**, и через теплопроводящую мастику установить его поверх КТ985А.

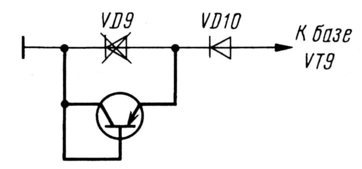


Рис. 3

Конденсаторы С18, С19, С27 и С28 напаиваются непосредственно на выводы транзисторов VT7 и VT8 на минимально возможном расстоянии от их корпусов.

Следует учесть, что в цепи коллекторов значения ВЧ токов достаточно велики, поэтому применение других элементов, чем указано, не гарантирует стабильную работу (и работу вообще) усилителей. К такому же результату может привести и неправильная процедура настройки с подачей на вход полной мощности. При настройке необходимо соблюдать следующее:

1) подать питание 13...13,8 В и подбором резистора R18 выставить ток покоя транзисторов (0,1...0,2 А);

2) плавно увеличивать мощность на входе до срабатывания высокочастотного VOX, этот уровень должен быть 0,5...1 Вт;

3) подать на вход мощность 1 Вт, подстроить диэлектрической отверткой последовательно все подстроечные конденсаторы в цепях баз по максимальному току коллекторов;

4) подстраивать последовательно подстроечные конденсаторы в цепях коллекторов по максимальной выходной мощности;

5) удваивая мощность на входе, повторить п. 3 и 4;

6) измерить КСВ по входу, он не должен превышать 1,5, при несоответствии повторить настройку базовых цепей, следя за значением КСВ;

7) измерить входную и выходную мощности и токи коллекторов, они должны примерно соответствовать приведенным в **таблице**.

	144 МГц		432 МГц	
P_{in}, Вт	5	12,5	5	12,5
P_{out}, Вт	35	80	20	50
I_k, А	3,5	8,5	4	7,5

Конденсатор С23 участвует в режимах приема и "Обход" (питание усилителя выключено) и предназначен для компенсации индуктивности выводов реле К1.1 и К2.1. Его применение улучшает сквозной КСВ усилителя. В варианте усилителя на 144 МГц он отсутствует, а на его месте стоит перемычка. Установив на этапе настройки вместо С23 подстроечный конденсатор, можно изменять этот параметр усилителя.

Резистор R1 служит для корректировки калибровки светодиодного индикатора мощности. В схеме (см. рис. 1) приведен номинал данного резистора для диапазона 430 МГц.

При правильной настройке выходной цепи усилителя последовательное прикосновение неоновой лампочкой к "горячим" выводам конденсаторов С18 (С19), С14 (С15), С7, С2, С1 приводит к возрастанию яркости ее свечения, что свидетельствует о трансформации выходного сопротивления в согласующих цепях.



Новости

Информация СРР

Круглый стол Союза радиолюбителей России, в котором принимают участие и члены президиума СРР, проходит по пятницам с 21 MSK на частоте 3650 кГц.

QSL-бюро СРР завершило переезд в новое помещение. Теперь QSL-почту надо направлять в адрес СРР (119311 Россия, г. Москва, аб. ящ. 88, СРР QSL-бюро). При отсутствии задолженности QSL-почту можно получить непосредственно в помещении ОЦМРК им.Э.Т. Кренкеля по адресу: г. Москва, проспект Вернадского, 9/10 (рядом с метро "Университет"). Начиная с мая этого года, оплата всех услуг QSL-бюро производится только на банковский счет СРР, опубликованный в июньском номере журнала "Радио" на с. 60. Это распространяется как на новые платежи, так и на долги перед QSL-бюро.

Президент СРР Р. Томас (RZ3AA) обращается с просьбой к радиолюбителям всю корреспонденцию для СРР (в том числе и на его имя) направлять только на официальный адрес СРР, а не на его личный абонентский ящик или электронный адрес. Почтовый адрес СРР приведен выше, а электронный адрес СРР — **hqsrr@east.ru**.

WRC-2003

Завершилась Всемирная радиоконференция Международного союза электросвязи. Одно из ее решений напрямую касается радиолюбителей и используемых ими диапазонов. Согласно этому решению в большинстве стран первого района МСЭ с 29 марта 2009 года любительский диапазон 40 метров будет расширен. Он займет полосу 7000...7200 кГц. "Дальняя" дата вступления этого решения в силу обусловлена необходимостью постепенного вывода из участка 7100...7200 кГц радиовещательных станций и других служб. Ряд стран Северной Африки и Ближнего Востока сохранили за собой право держать в этом участке на первичной основе другие службы. Такую же позицию заняли и страны третьего района МСЭ, на которые тоже распространяется решение расширить любительский диапазон 40 метров. Срок до 2009 года большой, но уже сейчас высказывается мнение, что в отдельных странах этот переход может быть начат и раньше.

Круглый стол RDA

Для распространения информации о планирующихся экспедициях в районы России, которые дают очки на диплом RDA, но не имеют в настоящее время "радиолюбительского населения", каждую среду с 17 UTC на частоте 3680 кГц проводятся круглые столы "охотников за дипломом RDA".

136 кГц

Те, кто интересуются любительской радиосвязью на диапазоне 136 кГц, могут получить необходимую информацию на сайте **http://136.73.ru**, который создал и поддерживает RU6LA. Заметим, что длинноволновый любительский диапазон 73 кГц, который существовал только в Великобритании в течение 10 лет, недавно был официально закрыт.

Дипломы

"Ледокол "Красин". Чтобы получить этот диплом необходимо провести QSO с любительской коллективной радиостанцией RZ1AWB (R1LK), находящейся на ледоколе "Красин". Кроме того, надо провести по одной связи с итальянскими станциями Милана (I2) и Неаполя (I8) и с двумя немецкими радиостанциями из Гамбурга. В зачет идут связи, установленные на любом диапазоне любым видом работы, начиная с 7 мая 2003 г. Повторные QSO не засчитываются. Заявки (выписки из аппаратных журналов) и оплату диплома соискатели из России и других стран СНГ направляют в адрес RV1AQ (193231, Санкт-Петербург, аб. ящ. 80, Сашенину Николаю Михайловичу). Итальянские радиолюбители высылают свои заявки I2AZ, а соискатели из остальных стран дальнего зарубежья — в адрес DL6ZFG. Стоимость диплома и его пересылки по России — 40 рублей, а для соискателей из стран СНГ — 50 российских рублей или 4 IRC. Плата принимается только в виде денежного перевода или российскими марками (вместе с заявкой) на соответствующую сумму. Радиостанция RZ1AWB (R1LK) была активна с 25 июля по 5 августа этого года. Другие дни активности работы этой станции будут объявлены позже.

"Петрополь-300". В зачет на этот диплом идут связи с Санкт Петербургом и Ленинградской областью, начиная с 1 января 2003 года. Виды работы и диапазоны – любые. Повторные QSO не засчитываются. Соискателям необходимо набрать 300 очков. Все радиостанции города (в том числе и юбилейные) и области дают для соискателей из Европы,

Окончание см. на с. 67

Стальные проводники в антеннах

Анатолий ГРЕЧИХИН (UA3TZ), г. Нижний Новгород

При выборе материала для изготовления антенн обычно отдают предпочтение меди или алюминию, так как эти металлы обладают лучшей проводимостью по сравнению, например, со сталью. Но сталь дешевле, и иногда сделать антенну из нее проще. В статье сделана оценка проигрыша при замене медных проводов проводами из стали и других материалов, приведены примеры ухудшения КПД антенн при такой замене. Рассмотрены причины высокочастотных потерь в проводах из стали, описана методика измерения погонного активного сопротивления проводов из материала с неизвестными свойствами в диапазоне 3,5...28 МГц, а также даны рекомендации по компьютерному моделированию проволочных и вибраторных антенн из стали.

Традиционные материалы для антенн — медь (провода) и сплавы алюминия (трубки). Их достоинство в хорошей проводимости. К недостаткам относятся малая механическая прочность и, в последние годы, высокая стоимость.

Опыт использования стальных конструкций в качестве вторичных элементов антенных систем свидетельствует о возможности применения дешевых и прочных сталей как одного из основных материалов для изготовления антенн. Радиолюбители применяют атмосферостойкие биметаллические сталемедные провода (БСМ), а также гибкий провод с полиэтиленовой изоляцией (ГСП) [1], имеющий наряду с медными стальные жилки. В связи с этим представляет интерес оценка потерь при замене сталью традиционных меди или алюминия.

В качестве меры оценки было принято отношение активной составляющей R погонного сопротивления провода круглого сечения из исследуемого материала на высокой частоте к соответствующей величине $R_м$ для медного провода такого же диаметра при той же частоте: $R/R_м$.

Как известно, высокочастотный электрический ток распределен неравномерно по сечению провода: он максимален у поверхности и быстро убывает при удалении от нее вглубь материала (поверхностный эффект). Для проводов диаметром более 1 мм при частотах выше 1 МГц эффективная толщина поверхностного слоя, в котором сосредоточен ток (глубина проникновения), определяется по формуле [2]:

$$\delta = 1/\sqrt{\pi f \mu_0 \mu_r \sigma} \text{ (м)}, \qquad (1)$$

где f — частота (Гц); σ — удельная проводимость материала (См/м); μ_r — относительная магнитная проницаемость материала; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ (Гн/м). Эффективное сечение провода диаметром d (м) для тока радиочастоты составляет $s = \delta\pi d$ (м^2), а погонное активное сопротивление

$$R = 1/(s\sigma) = \frac{1}{d}\sqrt{\frac{f\mu_0\mu_r}{\pi\sigma}} \text{ (Ом/м)}. \qquad (2)$$

В **табл. 1** приведены значения σ, ρ и μ_r некоторых проводниковых материалов.

У неферромагнитных проводников $\mu_r \cong 1$, и формула (2) достаточна для сравнения погонного сопротивления проводов, например, из алюминия и меди. Искомая мера вычисляется просто: $R/R_м = \sqrt{\sigma_м/\sigma}$. Так, например, для алюминия получаем: $R/R_м = \sqrt{56,6/35,3} = 1,265$. Для ферромагнитных материалов ($\mu_r >> 1$) все намного сложнее. Дело в том, что с ростом частоты μ_r быстро уменьшается, стремясь к единице, а в материале растут потери, в частности пропорционально квадрату частоты увеличиваются потери на вихревые токи. Уменьшение μ_r приводит к утолщению поверхностного слоя, т. е. к уменьшению сопротивления, а рост потерь эквивалентен увеличению сопротивления. В результате потери перевешивают и погонное сопротивление все же увеличивается с повышением частоты. Все можно было бы учесть (хотя и не просто), если бы точно знать химический состав и структуру сплава. А поскольку это редко бывает известно, остается обратиться к старому критерию истины — к практике.

Погонное сопротивление медного провода $R_м$ определялось расчетом по формуле (2). Для определения погонного сопротивления R провода из любого материала с неизвестными характеристиками использовался высокочастотный измеритель добротности (куметр) типа Е9-4.

Предварительная подготовка куметра заключалась в калибровке установки уровня на всех шкалах по критерию $Q = f_{рез}/\Delta f_{0,707}$. Для этого использовался нониусный конденсатор с делениями через 0,1 пФ. В результате прибор определял эквивалентную добротность Q всего измерительного контура, с учетом как потерь в испытуемой катушке индуктивности, так и прочих потерь (в самом приборе, в дополнительном внешнем конденсаторе, в окружающей среде и на излучение). Для изоляции по высокой частоте корпуса прибора от электросети и прочих проводящих объектов установлен запорный дроссель, содержащий 20 витков из трехпроводного сетевого шнура на кольцевом магнитопроводе К90×70×10 из феррита марки 400НН в месте подключения шнура к прибору. Один из проводов шнура — это провод защитного заземления (зануления) корпуса прибора. Куметр устанавливался на диэлектрической подставке высотой 0,5 м на расстоянии не менее 2 м от стен и других, в особенности проводящих, крупных предметов.

Для уменьшения ошибок измерений надо перед измерениями в течение 60 мин прогреть прибор, следить за возможным дрейфом нуля и делать несколько (хотя бы 5—7) измерений С и Q при каждой частоте с последующим усреднением. При измерениях на частотах выше 10 МГц на результат может влиять рука оператора, поворачивающая ручку конденсатора. Для точного отсчета руку следует отводить, а голову держать на расстоянии не ближе 0,5 м от прибора.

Допустим, надо определить погонное сопротивление R провода диаметром d при частоте f в пределах 3...30 МГц. Берем отрезок длиной 1 м этого провода и отрезок 1 м медного провода такого же диаметра. Делаем из этих проводов одинаковые короткозамкнутые двухпроводные линии с расстоянием между проводами 40 мм. Эти линии подключаем поочередно к прибору в качестве катушек индуктивности, при этом линии нужно установить вертикально. Измеряем добротности для линий из обоих материалов и резонансные значения емкости С по шкале куметра. При необходимости (для частот ниже 10 МГц) подключаем дополнительный конденсатор, лучше слюдяной, но для обоих материалов обязательно один и тот же. Его емкость должна быть известна с погрешностью не более ±5 %.

Таблица 1

Материал	Удельная проводимость σ (МСм/м)	Удельное сопротивление ρ (Ом·мм^2/м)	μ_r
Серебро	60,7...62,5	0,0160...0,0165	1
Медь	56,6...57,8	0,0177...0,0173	1
Латунь	15...50*	0,02...0,067*	1
Золото	42,2	0,0237	1
Алюминий	35,3...36,4	0,0275...0,0284	1
Никель	14,6	0,0685	70*
Сталь	10,3...13,7*	0,073...0,097*	200*
Сталь нержавеющая	13,3*	0,075*	50*
Олово	8,8	0,114	1
Титан	1,72	0,58	1

*) Данные требуют уточнения в зависимости от состава и условий применения материала

Таблица 2

№ п/п	Материал провода, диаметр (мм), сечение (мм^2)	Результаты измерений на частотах									
		3,5 МГц		7 МГц		14 МГц		21 МГц		28 МГц	
		R, Ом/м	R/R$_м$	R, Ом/м	R/R$_м$	R, Ом/м	R/R$_м$	R, Ом/м	R/R$_м$	R, Ом/м	R/R$_м$
1	Сталь 1,0 мм	2,59	15,9	3,38	16,0	5,05	16,4	6,76	17,9	7,91	18,3
2	Сталь 2,3 мм	1,15	16,5	1,62	18,0	2,63	19,1	3,52	21,4	4,34	22,2
3	Сталь 3,0 мм	0,98	18,3	1,37	19,8	2,17	20,5	3,00	23,8	3,72	24,9
4	Сталь 4,0 мм	0,686	17,3	1,10	19,5	1,69	21,1	2,25	23,7	2,80	24,6
5	Сталь 4,1 мм	0,618	16,1	0,92	16,7	1,32	16,9	1,65	17,8	2,06	18,5
6	Титан 3,0 мм	0,35	6,54	0,56	7,45	0,80	7,55	1,08	8,57	1,29	8,66
7	Сталь нерж. (немаг.) 1,5 мм	0,613	5,78	0,834	6,15	1,32	6,25	1,75	6,94	2,10	7,03
8	Алюминий 3,5 мм	0,059	1,28	0.082	1,27	0,117	1,29	0,139	1,28	0,168	1,31
9	БСМ 3,0 мм	0,165	3,09	0,278	3,70	0,398	3,72	0,496	3,94	0,591	3,98
10*	ГСП 0,5 мм^2	0,393	2,47	0,713	3,21	1,252	3,94	1,64	4,35	2,02	4,50
11*	МГШВ 0,5 мм^2	0,206	1,29	0,305	1,35	0,442	1,39	0,64	1,70	0,833	1,85

*) Значения R/R$_м$ даны в сравнении с медным одножильным проводом диаметром 1 мм.

Далее нужно сделать несколько вычислений. Сначала рассчитаем величину общего эквивалентного последовательного сопротивления потерь $r_{экв}$ в измерительном контуре (сюда входят как потери в проводе, так и прочие потери). Это делается для обоих материалов в соответствии с известным выражением для колебательного контура: $r_{экв} = 1/(2\pi fCQ)$. При одинаковых размерах линий, при одинаковых дополнительных конденсаторах и на одной частоте указанные выше прочие потери можно принять одинаковыми для обоих материалов. А найти их можно по измерениям на медной линии, поскольку для нее известно расчетное сопротивление провода $R_м$. Сопротивление прочих потерь, таким образом, есть разность: $r_{пп} = r_{пп\,м} = r_{экв\,м} - R_м$.

Теперь осталось вычислить сопротивление отрезка 1 м провода из испытуемого материала $R = r_{экв} - r_{пп}$ и определить искомое отношение $R/R_м$.

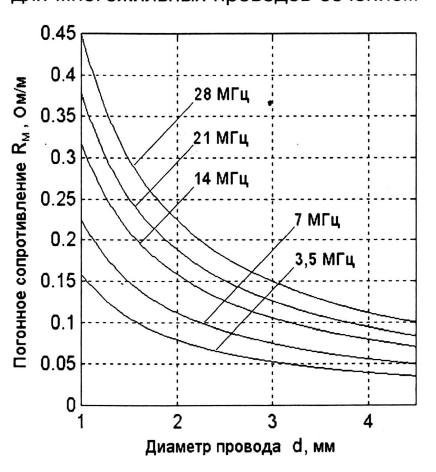
Основная погрешность куметра ±5 %. Влияние возможной систематической погрешности частично скомпенсировано за счет того, что результат определения значения R содержит разность результатов измерения значений $r_{экв}$ для разных материалов.

Из разных проводов диаметром от 1 до 4,5 мм и длиной 1 м были изготовлены короткозамкнутые отрезки двухпроводных линий с расстоянием между проводами 40 мм, всего — 25 образцов. Измерения производились по описанной выше методике на пяти частотах: 3,5; 7; 14; 21; 28 МГц. Результаты расчетов Rм приведены на **рисунке**, а результаты измерений погонного сопротивления R и вычисления отношений R/R$_м$ для стальных и некоторых других проводов — в **табл. 2**.

Из табл. 2 видно, что для стальных проводов в указанном диапазоне частот погонное сопротивление увеличивалось в 15,9...24,9 раз. Для образцов с чистой и гладкой поверхностью (1, 6, 8) зависимость R/R$_м$ от частоты слабая. Загрязненность поверхности образцов 2, 3 и существенная шероховатость поверхности образца 4 определяют более значительный рост R/R$_м$ при увеличении частоты. Отжиг стальных проводов заметного влияния на потери не оказывал, если удалять окалину и очищать поверхность.

Провода из титана и немагнитной нержавеющей стали имеют примерно 2,5-кратное преимущество перед обычными стальными проводами. Биметаллический сталемедный провод 9 (БСМ) на всех частотах проигрывает чисто медному более чем в 3 раза, однако в 5...6 раз лучше чисто стального. Заметим, что при толщине медного покрытия около 0,03 мм его основное назначение — защита стальной основы от атмосферных воздействий.

В строках 10, 11 приведены данные для многожильных проводов сечением



0,5 мм^2 в изоляции. Провод ГСП имеет 4 медные и 3 стальные жилы диаметром 0,3 мм. По потерям на 28 МГц он оказался на уровне стального провода диаметром 4,1 мм, а на низкочастотных диапазонах значительно лучше. Монтажный провод МГШВ имеет 16 медных луженых жил диаметром 0,2 мм и более чем в 2 раза лучше, чем ГСП.

Результаты для алюминиевого провода 8 с гладкой и чистой поверхностью имеют хорошую сходимость с результатами расчета по формуле (2) и могут служить подтверждением правильности выбранного подхода.

Было произведено компьютерное моделирование с помощью программы MMANA [3]. Особенность моделирования в том, что в результате анализа определяется активная составляющая комплексного входного сопротивления антенны, а не погонного сопротивления провода. А входное сопротивление зависит от размеров антенны, ее конфигурации и места подключения источника возбуждения. Эта зависимость, однако, позволяет при относительно больших волновых размерах антенн получить практически незаметный проигрыш при замене меди сталью.

Для анализа были взяты несколько рамочных и дипольных антенн разных размеров. Результаты моделирования приведены в **табл. 3**. Сопротивление излучения R_Σ получено как активная составляющая $R_А$ входного импеданса при анализе без учета потерь. Это значение R_Σ принималось неизменным при переходе от меди к железу, так как форма и размеры антенны не изменялись. Получены также значения $R_{Ам}$ и $R_{Аж}$ для антенн соответственно из меди и железа. КПД для меди и железа рассчитывался как отношение R_Σ к соответствующему значению $R_А$. Отношение $R_ж/R_м$ вычислялось по формуле: $R_ж/R_м = (R_{Аж} - R_\Sigma)/(R_{Ам} - R_\Sigma)$.

Для всех рассмотренных антенн оказалось, что отношение $R_ж/R_м$ в среднем близко к 27,8 независимо от частоты.

Таблица 3

Вид антенны, d (мм)	f (МГц)	R_Σ (Ом)	Медь		Железо		$R_ж/R_м$	КПД$_м$/КПД$_ж$
			$R_А$ (Ом)	КПД$_м$	$R_А$ (Ом)	КПД$_ж$		
Квадратная рамка 2,92 × 2,92 м, трубка 20 мм	28	129,26	129,39	0,999	133,02	0,972	27,8	1,03
	14	739,87	744,93	0,993	879,12	0,842	27,54	1,18
	7	1,66	1,902	0,872	8,483	0,196	28,08	4,45
	3,5	0,052	0,161	0,323	3,117	0,0167	27,12	19,3
Диполь 5,13 м × 2, трубка 20 мм	28	1405,82	1406,07	0,999	1412,61	0,995	27,16	1,01
	14	71,89	72,06	0,998	76,687	0,937	27.87	1,07
	7	12,08	12,20	0,990	15,47	0,781	28,02	1,27
	3,5	2,776	2,861	0,970	5,173	0,537	28,2	1,81
	1,75	0,678	0,739	0,917	2,373	0,286	27,79	3,21
Диполь 21 м × 2, провод 2 мм	7	3185,03	3189,79	0,998	3317,95	0,960	27,92	1,04
	3,5	73,26	76,66	0,956	167,24	0,438	27,67	2,18

Так могло получиться при условии, что для расчетов с потерями в железе использовалась формула (2), например, при табличном значении удельного сопротивления = 0,0918 Ом·мм^2/м и постоянном $\mu_r \cong 150$. Такие же результаты, кстати, получаются в программе ELNEC при указанных параметрах. Судя по приведенным выше данным эксперимента, эти результаты моделирования можно использовать как оценку наихудших потерь в стальном проводе в диапазоне частот до 28 МГц. Для диапазона УКВ они будут, по-видимому, ближе к истине.

Из табл. 3 видно, что даже при такой оценке для рассмотренных случаев практически все коэффициенты ухудшения КПД значительно меньше, чем коэффициенты $R/R_м$ для стали в табл. 2. Меньший проигрыш антенны из стали будет в том случае, если R_Σ антенны больше (см., например, диполь 2×5,13 м при частоте 28 МГц). Электрически малые антенны с малым R_Σ и исходно малым КПД для меди наиболее чувствительны к замене меди сталью.

В некоторых программах моделирования проволочных антенн (например, Nec2d, ASAP) не предусмотрен ввод магнитной проницаемости материала. По-видимому, при моделировании антенн из стали с использованием формулы (2) можно полагать $\mu_r = 1$ и вводить эквивалентную проводимость $\sigma_{экв}$ (или сопротивление $\rho_{экв}$) с учетом реальных потерь. Для стали в диапазоне 3,5...28 МГц можно вводить соответственно $\sigma_{экв}$ = 0,19... 0,094 МСм/м ($\rho_{экв}$ = 5,3...10,6 Ом·мм^2/м) для шероховатых и загрязненных поверхностей, или $\sigma_{экв}$ = 0,22...0,17 МСм/м ($\rho_{экв}$ = 4,5...5,9 Ом·мм^2/м) для чистых и гладких.

Программа MMANA не позволяет моделировать разные провода из разных материалов, например, из меди и стали. Для оценки КПД антенны в этом случае можно вручную вводить в каждый сегмент медного провода, который на деле должен быть стальным, сосредоточенные потери, которые рассчитываются исходя из длины сегмента, учитывая, что погонное сопротивление провода из стали при высокой частоте в 16...25 раз больше, чем из меди. Например, в каждый из 10 одинаковых сегментов медного провода длиной 20 м и диаметром 2 мм при частоте 3,5 МГц можно ввести активную нагрузку величиной 16·0,08·20/10 = 2,56 Ом, где величина погонного сопротивления медного провода 0,08 Ом/м определяется по формуле (2) и может быть найдена из графиков на рисунке.

Иногда для оценки КПД в указанной ситуации возможно уменьшение диаметра медного в модели провода (также в 16...25 раз). Однако надо помнить, что это приводит к значительному увеличению погонного индуктивного сопротивления, в результате распределение тока в структуре и все с этим связанное может сильно измениться.

Изменение КПД антенны при замене медного провода стальным зависит от волновых размеров и исходного КПД медной антенны. Если КПД полуволновой антенны из меди 0,98...0,99, то стальная антенна таких же размеров может иметь КПД 0,7...0,85, что не так уж плохо. Однако, если КПД электрически малой медной антенны порядка единиц процентов, замена меди сталью может привести к его ухудшению в 15...25 раз.

Автор благодарит Ф. Головина (RZ3TC) за постановку задачи и поддержку в работе, а также И. Каретникову за ценные замечания.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Белоруссов Н. И., Саакян А. Е., Яковлева А. И.** Электрические кабели, провода и шнуры. Справочник. — М.: Энергия, 1979.

2. **Гальперович Д. Я., Павлов А. А., Хренков Н. Н.** Радиочастотные кабели. — М.: Энергоатомиздат, 1990.

3. **Гончаренко И. В.** Компьютерное моделирование антенн. Все о программе MMANA. — М.: ИП РадиоСофт; журнал “Радио”, 2002.

Широкополосное согласование

Игорь Гончаренко (DL2KQ – EU1TT), г. Бонн, Германия

4. Широкополосное согласование антенн с параллельным сосредоточенным элементом

Кроме рассмотренных антенн с гамма- и омега-согласователями, как параллельный колебательный контур ведут себя антенны с согласованием параллельной индуктивностью (hairpin match). Это и понятно — параллельный согласующий элемент образует совместно с реактивностью антенны параллельный колебательный контур, настроенный на рабочую частоту. Здесь для расширения полосы достаточно включить между антенной и кабелем последовательный LC-контур.

Стоящий на земле вертикал высотой 2,37 м и диаметром 10 мм, согласованный таким образом, имеет полосу 3,4 МГц при средней частоте 27,5 МГц. Между вертикалом и землей включена катушка индуктивностью 0,25 мкГн, а между центральным проводником кабеля и вертикалом — последовательный контур с параметрами L = 1,5 мкГн и C = 18 пФ.

Еще один тип антенн, которые при резонансе имеют зависимость jX(f), как у параллельного контура, это укороченные вибраторы с катушкой в пучности тока. Линия питания у таких антенн подключается к отводам катушки, чем и обеспечивается согласование. Особенно часто так выполняют укороченные GP — катушка в основании обеспечивает резонанс на нужной частоте, а отвод — согласование с заданным Z_o.

Последовательный LC-контур между питающей линией и отводом удлиняющей катушки позволяет намного расширить полосу, что особенно актуально для укороченных антенн, полоса которых принципиально меньше, чем полноразмерных. На **рис 3.** показан укороченный (высотой всего 13 м) вертикал диапазона 80 м с двумя проводами емкостных нагрузок наверху, согласованный описанным способом. Схема согласования приведена на **рис. 4**. Диаметры мачты — 40 мм, проводов емкостных нагрузок — по 2 мм. Эта очень простая и удобная конструктивно (емкостные нагрузки совмещены с верхним ярусом растяжек мачты) антенна, несмотря на свои небольшие размеры, имеет более чем солидную полосу в 370 кГц (см. рис 3), недостижимую при обычном согласовании даже для полноразмерных антенн! И, что очень практично, имеет два выраженных минимума КСВ по 1,2 как в CW, так и в SSB DX-участках. «Горб» КСВ в центре диапазона, где его значение достигает 1,8,

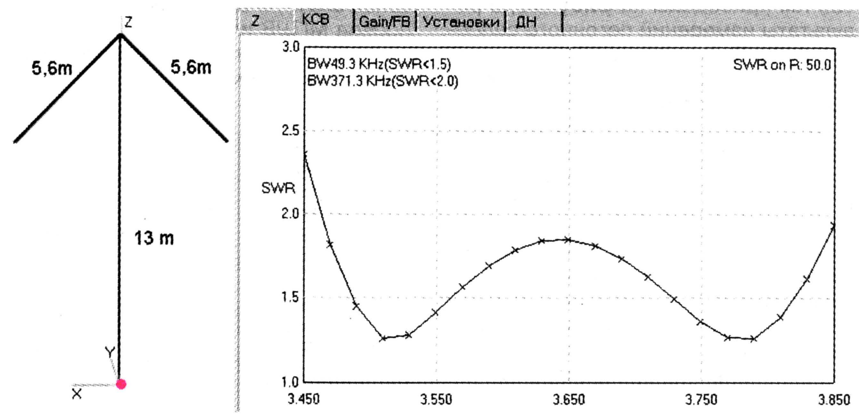


Рис. 3

Окончание. Начало см. в “Радио”, 2003, № 7, с. 64

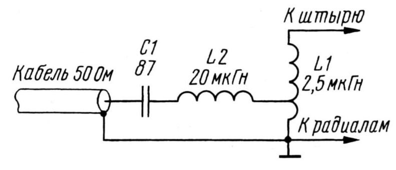


Рис. 4

соответствует мало используемому участку 3,6...3,7 МГц.

Настройка СУ (рис. 4) ведется по следующей методике.

1. Отключают нижний вывод катушки L1 от земли. Контур L2C1 также временно отключается. Кабель включается между землей и отсоединенным от земли нижним выводом катушки L1.

2. Изменяя индуктивность L1, устанавливают нулевую реактивную составляющую входного сопротивления антенны на средней частоте диапазона. КСВ при этом будет высоким, но на данном этапе это неважно.

3. Восстанавливают соединение нижнего вывода катушки L1 с землей. Подключив кабель к отводу L1 и перемещая отвод, добиваются получения активной части сопротивления около 80 Ом (ВЧ мостом). На реактивную часть при этом (будет индуктивная составляющая) внимания не обращают. Если ВЧ моста нет, берут отвод примерно от 1/4 части витков катушки. Но тогда придется делать пункт 5.

4. Подключают последовательный контур L2C1 (предварительно настроенный на среднюю частоту диапазона). Изменяя емкость конденсатора C1, добиваются получения симметричной S-образной кривой реактивной части входного сопротивления (или, что то же самое, графика КСВ с двумя минимумами).

5. Если значение КСВ на частоте 3,65 МГц выше 2 или ниже 1,5 — неправильно установлен отвод катушки L1. Переместите его немного и повторите пункт 4. И так несколько раз, до тех пор, пока зависимость КСВ от частоты не станет такой, как на рис 3.

По сути дела, это — процедура настройки обычного двухконтурного полосового фильтра. Если же для вас важен именно участок 3,6...3,7 МГц, то можно либо сдвинуть крайние нули S-кривой, увеличив индуктивность L2 и, соответственно, уменьшив емкость C1 (это снизит «горб» КСВ в середине, но одновременно несколько увеличит КСВ на краях), либо использовать антенну, аналогичную описанной, но с меньшими размерами. Так, при высоте GP всего в 8,2 м удается получить полосу более 150 кГц и два минимума КСВ на частотах 3,525 и 3,625 МГц.

5. Расширение полосы нерезонансных вибраторов с гамма- и омега- согласователями

Если длина GP заметно отличается от $\lambda/4$ (а симметричного диполя — от $\lambda/2$), то при гамма- и омега согласованиях значительно уменьшается емкость последовательного конденсатора согласования. Соответственно растет его реактивное сопротивление, повышая добротность СУ и сужая полосу антенны.

Очевидно решение: для увеличения емкости последовательного конденсатора надо снизить индуктивность шунта. Так как его длина фиксирована, сделать это можно только заметным увеличением диаметра. Непосредственное увеличение диаметра неудобно конструктивно, поэтому поступают так же, как и в диполе Надененко — заменяют толстую трубу шлейфа набором тонких параллельных проводов. Располагают их по кругу около вибратора, как показано на **рис. 5**. В диапазоне 14 МГц заземленный укороченный GP высотой 3,5 м и диаметром 30 мм при обычном гамма-согласовании шлейфом из трубки диаметром 12 мм имеет полосу около 200 кГц. При замене трубки на «юбку» из четырех проводов диаметром 2 мм, расположенных вокруг вибратора на расстоянии 0,2 м, он имеет полосу более 300 кГц.

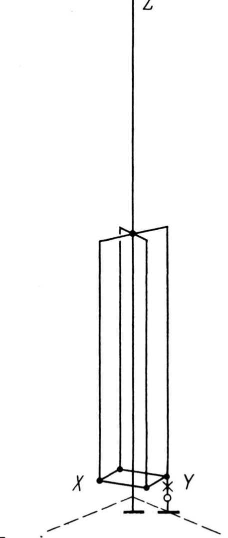


Рис. 5

У удлиненных GP с высотой более $\lambda/4$ при использовании «юбки» также в полтора-два раза расширяется полоса. Практически все антенны средневолновых радиовещательных станций выполняются как заземленные ажурные мачты с «толстым» шунтом-«юбкой», провода которой расположены вокруг мачты.

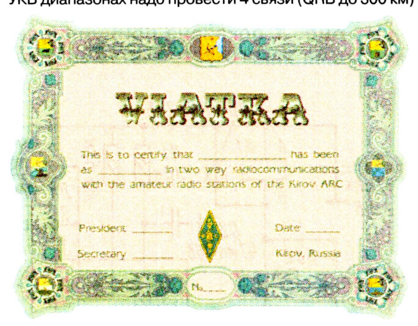
Файл модели существующей антенны радиовещательной станции мощностью более мегаватта, согласованной описанным способом, вы можете найти на странице **http://www.qsl.net//dl2kq/mmana/4-3-12.htm** (самый последний в списке MW-Broadcasting.maa). На этой же странице приведены файлы моделей (с подробными размерами, номиналами и характеристиками) всех антенн, упоминавшихся в этой статье, и еще множество других.



Окончание. Начало см. на с. 63

включая и европейскую часть России, по 10 очков за связь, и по 20 очков для соискателей других континентов (в том числе и азиатской части России). Заявки (выписки из аппаратных журналов) соискатели из России и других стран СНГ направляют в адрес RV1AQ (193231, Санкт-Петербург, аб. ящ. 80, Сашенину Николаю Михайловичу). Стоимость диплома и его пересылки по России - 40 рублей, а для соискателей из стран СНГ — 50 российских рублей или 4 IRC. Плата принимается только в виде денежного перевода или российскими марками (вместе с заявкой) на соответствующую сумму.

"Вятка". Этот диплом выдают за связи с членами Кировского областного радиоклуба. Соискатели из России должны провести на КВ диапазонах 20 связей (европейская часть) или 16 связей (азиатская часть), из стран СНГ и Европейских стран — 10 связей, остальных стран — 6 связей. При выполнении условий диплома только на диапазоне 160 метров требуемое число связей уменьшается в два раза. При работе на УКВ диапазонах надо провести 4 связи (QRB до 300 км)



или 2 связи (QRB свыше 300 км). В зачет идут QSO, установленные на любом диапазоне любым видом работы, начиная с 1 января 1994 года. Повторные связи разрешены на разных диапазонах, а также разными видами излучения. QSO через репитеры не засчитываются. Связи со специальными радиостанциями (в том числе с UE4N...) засчитываются за 3 QSO. Заявку составляют в виде выписки из аппаратного журнала и направляют вместе с квитанцией об оплате менеджеру диплома RA4NAJ: 610011, г. Киров, аб. ящ. 470, Цируль Олегу Владимировичу. E-mail — **ra4naj@olegts.kirov.ru**. Оплата диплома для соискателей из России — 50 руб., из стран СНГ и Европы — 5 IRC, из остальных стран — 10 IRC. В зачет на этот диплом идут также связи с RA3CW, RA3UP, RA0SZ, RK3BL, RV3OK, RU6AS, RW3DR, RZ9OP, UA1NA, UA1ZAZ, UA3GM, UA6JY, RA9FIF, UA0JFF.

"Амур". Чтобы получить этот диплом, необходимо провести 25 QSO любыми видами излучения на любых диапазонах, включая WARC, не менее чем с пятью районами Амурской области. Радиосвязь с коллективной радиостанцией СТРК "Амур" RZ0JWA обязательна. Повторные QSO засчитываются на разных диапазонах. Диплом выдают наблюдателям на аналогичных условиях.



В зачет идут связи, начиная с 1 января 1965 года. Оплату диплома производят почтовым переводом на сумму эквивалентную 1 USD для соискателей из России, 2 USD из стран СНГ и 3 USD из остальных стран. Заявку оформляют в виде выписки из аппаратного журнала с указанием основных данных о радиосвязи. Ее заверяют у двух радиолюбителей со стажем работы в эфире не менее пяти лет. Заявку и почтовый перевод направляют по адресу: 675011 Россия, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Калинина, 103, БОТШ РОСТО СТРК "Амур", Прохорову В. П.

В подборке "НЛД" использована информация СРР, RV1AQ, RU6LA, UY5XE, RU3AX и RW3DFQ.

Настольный микрофон с предусилителем для трансивера

Юрий ВИНОГРАДОВ, г. Москва

Управление автомобильной КВ, УКВ или Си-Би радиостанцией в стационарных условиях можно сделать более удобным, если оснастить ее стационарной гарнитурой. В описанном варианте настольный микрофон предназначен для работы с Си-Би радиостанцией YOSAN-2204, но при небольших переделках его можно использовать и с другими КВ, УКВ и Си-Би радиостанциями.

Работа с автомобильной радиостанцией, используемой в качестве стационарной, может быть значительно более удобной, если использовать настольный микрофон с клавишей или кнопкой управления.

На **рис. 1** показана принципиальная схема такого устройства для радиостанции YOSAN-2204. Оно состоит из усилителя для динамического микрофона и органа дистанционного управления переключателем "прием-передача".

Усилитель выполнен на DA1 — малошумящем операционном усилителе К1407УД2. Его коэффициент усиления определяется соотношением сопротивления резисторов R4/R6 и при указанных на схеме номиналах равен 20. При необходимости он может быть увеличен в 5—10 раз, если применить резистор R4 большего сопротивления.

Низкочастотная граница полосы пропускания усилителя ($F_н$) зависит от параметров цепи R6C4, а высокочастотная ($F_в$) — от R8C6.

Рис. 1

Переключателем "Прием-передача" служит реле К1, управление которым осуществляется дистанционно настольной клавишей (кнопкой) SB1 или ножной педалью SB2. Контакты этого реле и кнопки SB3 и SB4 (переключение каналов) включены так, как это сделано в радиостанции YOSAN.

Элементы устройства монтируют на печатной плате, изготовленной из двустороннего фольгированного стеклотекстолита (**рис. 2**). Фольгу под деталями используют лишь в качестве общего провода. Соединения с ней "заземляемых" выводов конденсаторов, резисторов и др. показаны зачерненными квадратами. Перед установкой микросхемы DA1 ее вывод 4 отгибают в сторону. Квадратами со светлой точкой в центре показаны перемычки, соединяющие с общим проводом отдельные фрагменты печатного монтажа. В местах пропуска проводников в этой фольге должны быть вытравлены защитные кружки диаметром 2...2,5 мм (на рис. 2 не показаны). Оксидные конденсаторы установлены над отверстиями диаметром 3,5 мм, а их выводы отогнуты и припаяны к контактным площадкам.

Все постоянные резисторы — МЛТ-0,125, подстроечный R9 — СП3-38б. Конденсаторы С1 и С2 — любые оксидные подходящих размеров, С3, С4, С6 и С7 — КМ-6 или К10-17б, С5 — КМ-5 с разнонаправленными выводами или подобный ему (конденсатор устанавливают поверх микросхемы). Реле К1 — РЭС47 на рабочее напряжение 12 В с любым паспортом. Динамический микрофон ВМ1 может быть практически любым.

Смонтированную печатную плату крепят тремя винтами М2 в пластмассовой коробке-корпусе (**рис. 3**). Толкатели кнопок SB3 и SB4 должны иметь длину, достаточную для их вывода через переднюю панель корпуса. Опыт показал, что таким образом собранная гарнитура какой-либо дополнительной экранировки не требует.

Кабель, соединяющий устройство с радиостанцией, может быть очень коротким — 0,3...0,5 м. Его нетрудно изготовить самостоятельно. Пять мягких проводников во фторопластовой изоляции вводят в экранирующую оплетку и все это втягивают в полихлорвиниловую трубку диаметром 5...6 мм. Длина кабе-

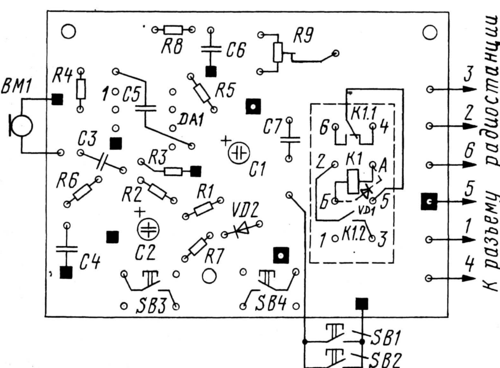


Рис. 2

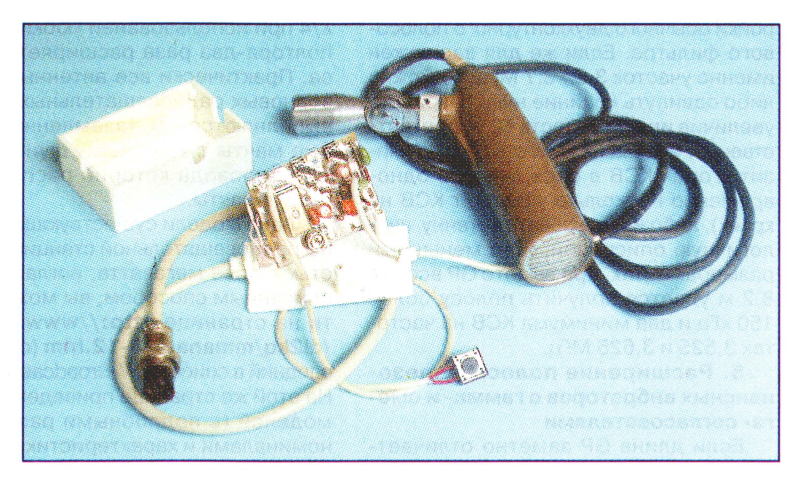


Рис. 3

лей к кнопкам SB1 и SB2 (два проводника в тонкой ПВХ трубке) практически ничем не ограничена.

Самой дорогой частью гарнитуры (не считая микрофона) будет единственная ее фирменная деталь — разъем для подключения к радиостанции.

Конструкции SB1 и SB2 — настольной кнопки и ножной педали — могут быть самыми разными. В качестве самой контактной пары рекомендуется использовать кнопку, в которой замыкание происходит со щелчком, например, ПКН-150-1.

Налаживание устройства несложно. Нужно лишь установить резистор R9 в позицию, которой будет соответствовать лучшая модуляция сигнала — не слишком мелкая или, наоборот, чрезмерная с искажениями и "вылетом" сигнала в соседние каналы. Это делают, ориентируясь на отзывы корреспондентов. Если при этом движок R9 оказывается в крайнем положении, то подбором резистора R4 увеличивают или уменьшают коэффициент усиления операционного усилителя так, чтобы нужному усилению соответствовало более удобное для уточняющей регулировки положение движка R9.

SK

Он не был коротковолновиком — ветеран Великой Отечественной войны **Борис Робул** (г. Донецк), но его вклад в развитие радиолюбительства (в том числе и коротковолнового) трудно переоценить. Через созданный им первый в стране "Народный университет радиоэлектроники" прошли тысячи и тысячи тех, кто хотел освоить ее основы. Многие из них пришли и на короткие волны, и в результате Донецкая область неизменно лидировала в СССР по числу любительских радиостанций.

Обратная связь

В статье А. Бабушкина "Усилитель мощности УМ-3 — полезные доработки", опубликованной в июльском номере журнала за этот год, на с. 69 (первая колонка, третий абзац сверху, второе предложение) следует читать: "Перед началом настройки... установить в ***нижнее*** по схеме положение."

Китайские заметки

Окончание. Начало см. на с. 59

В глаза бросаются табличка "BY1DX 1999" на стене и радиолюбительская карта под ней. "Пустота" – так вкратце можно охарактеризовать мое первое впечатление. Два больших стола с полками для аппаратуры расставлены вдоль стен. На одном сиротливо стоит Kenwood TS-930S с закопченным боком, а на другом – Kenwood TS-850S и TS-690S. Над трансиверами стоит пульт управления антенной и в стороне — ключ, там же замечаю что-то похожее на усилитель. "Усилитель и 850-й мои, но кабели я держу дома, а то...".

Недолгие сборы, и мы уже на крыше. Антенну решаем не опускать, а просто ослабить крепление и вернуть ее в прежнее положение. Работа заняла около часа. Вернувшись обратно, первым делом прошу Яри провести пару связей.

И вот первое включение из Пекина. Городской эфир очень шумный, стрелка S-метра уверенно держится на отметке "5". В Москве уже утро, и я слушаю диапазон десять метров. Слышу азиатскую часть России и пару станций из четвертого района. Совсем нет японцев. Решаю дать общий вызов, и первым зовущим меня корреспондентом оказывается финн. Затем зовут станции из России. За полчаса провожу около пятнадцати связей. Рапорты хорошие, слышу всех громко и уверенно — антенна работает, как надо. Замечаю выжидательный взгляд Яри. — "Хочешь провести пару связей?" — "Нет, пора домой. Жена ждет", — отвечает он. — "А когда можно будет придти снова?" — "Ну теперь это с Ченом обговаривай – я перешлю тебе его телефоны".

На следующей неделе, созвонившись с Ченом, спрашиваю его разрешения по поводу участия в приближающихся соревнованиях Russian DX. Он не возражает, но предупреждает – на ночь оставаться нельзя и покинуть помещение нужно не позднее шести часов вечера. Решаю поработать в воскресенье — он приглашает меня к двенадцати, и я останавливаю свой выбор на однодиапазонном зачете.

В воскресенье в двенадцать дня, включив трансивер, сразу же даю общий вызов в телефонном участке. За первый час провожу около 70 связей, а затем темп резко падает. Практически нет станций из европейской части России, очень мало японцев. Работаю в основном на "общий вызов". Изредка вызывают экзотические корреспонденты — 9N, 3W, 8Q. Российские радиолюбители практически не проявляют интереса к соревнованиям. Несколько раз меня вызывали корреспонденты, причем из областей-"множителей", извинялись, что не участвуют, но просили дать им рапорт. К четырем часам дня — открытию прохождения на Европу — положение совсем не изменилось, еле слышны станции из Германии и Польши, но западнее никого не слышу. За четверть часа до шести появляется Чен и пристально смотрит на меня — в начале седьмого закругляюсь. Результаты и впечатление – ниже среднего.

Кунминг, апрель 2002 года.

Почти пятимиллионный город "вечной весны" Кунминг — столица провинции Юннань, что на юго-западе Китая, граничащей с Вьетнамом, Тайландом и Бирмой, — встретил меня дождем и мокрым снегом. Покинув северные края страны, я ожидал встретить солнце и тепло, а пришлось померзнуть. Географически провинция расположена на юннаньском горном плато на высоте полторы тысячи метров и несмотря на мягкий южный климат характеризуется значительными суточными перепадами температур.

На второй день по приезде в Кунминг, по данному мне в CRSA телефону, звоню Ли (BD8TG). На ломаном китайском удается договориться о встрече на вечер следующего дня. Кроме ряда Q-кодов и счета до десяти, Ли может сказать по-английски лишь традиционные "спасибо" и "до свидания".

Около семи часов вечера спускаюсь в холл гостиницы, где, кроме пары иностранцев, стоял круглолицый мужчина лет сорока-пятидесяти. Энергичное рукопожатие — и я тут же следую за Ли, уводящим меня из гостиницы стремительной походкой. Садимся в такси, и на мой вопрос "Куда?" следует короткий, но выразительный ответ "QSO".

Через десять минут мы уже на погруженной во мрак улице, освещаемой лишь вывесками да светом из заполнивших первые этажи зданий кафе и ресторанов, проходим во двор мрачной "хрущобы", поднимаемся до шестого этажа, и я оказываюсь в маленькой двухкомнатной квартире, заставленной не только мебелью, но и какими-то ящиками, а также разнообразной радиоаппаратурой. Наконец я в "святая святых" китайского радиолюбителя – шэке. На небольшом столе друг на друге стоят различные КВ и УКВ трансиверы выпуска 80-х годов, на фоне которых выделяется лишь TS-450S. Под столом и вокруг него стоят железные ящики защитного цвета, измерительная аппаратура и блоки питания. Некоторые из аппаратов достойны представления в музейной коллекции.

Ли включает трансивер, на котором вспыхивает "главная" частота всего Китая — 21.400 МГц. В вечернее время она постоянно занята, но Ли вклинивается и начинает что-то оживленно говорить. Я понимаю лишь два слова: "Россия" и "друг". Он передает мне микрофон, лишь сказав "QSO". Я начинаю проводить связи, давая через дробь свой позывной – большинство корреспондентов лишь называет по-английски свой позывной и 59. Иногда следуют длинные тирады по-китайски. Тогда передаю микрофон Ли. Удовлетворив всех желающих дать мне рапорт, кручу ручкой по диапазону. Европы практически не слышно. Громко проходит пара итальянцев да немцев, но в основном индикатор S-метра окрашивается в красный цвет от японских и индонезийских сигналов.

"Какая антенна?" — спрашиваю я, пальцем показывая вверх. Ли рисует на бумаге Inverted Vee. Показываю ему на КСВ — больше двух. Он щелкает кнопкой тюнера и улыбается — нет проблем. Пытаюсь ему объяснить, что нужно настроить саму антенну, но он лишь кивает головой, соглашаясь, и широко улыбается в ответ. Провожу пяток связей со станциями из Азии и перехожу на

диапазон двадцать метров. Местное время уже достигло девяти вечера, европейских станций пока нет, а сам диапазон по уровню шума напоминает "сороковку". Хорошо слышен 0-й район. Еще несколько связей и пора возвращаться в гостиницу.

Перед отъездом из Кунминга собираю всех, с кем успел познакомиться на ужин — это Лин (BD8SY) и старейший радиолюбитель страны Чжао (BA8SA). Свой первый позывной он получил еще в 1938 г., а сейчас ему уже под девяносто. Все почтительно называют его Учитель. Время за столом пролетело незаметно. Лин все вспоминал русские слова, когда-то заученные в школе. Чжао еще помнит английский – во время второй мировой войны он служил радистом в группе аэродромного обеспечения Американской добровольческой группы, помогавшей армии Чан Кай Ши бороться с японскими агрессорами.

Веншан, июль 2002 года.

В очередной раз попав в Кунминг, узнаю, что предстоит недельное путешествие в Веншан — один из городов на юге провинции, в двухстах километрах к северу от Вьетнама. Место находится к югу от проходящей через провинции линии тропического пояса, и вполне переносимое кунминг-ское лето в это время года превращается в палящую тропическую жару с температурой, достигающей 40°С и злым горным солнцем. Ли (BD8TG), узнав о предстоящей поездке, решает присоединиться ко мне.

Семь часов в автобусе с короткой остановкой на обед и парой часов виляния по горам позади. Еще не добравшись до гостиницы, Ли начинает усиленно общаться с кем-то по УКВ радиостанции. Едва мы вошли в номер, как в дверь постучали. На пороге стояли два молодых, лет двадцати пяти парня. "Алекс, хэллоу,"— они сразу прошли внутрь и стали разговаривать с Ли. По долетавшим до меня словам я понял, что приглашают на ужин. "Uniform Kilo, Uniform Lima" – представляет он обоих. Как и в России, радиолюбители зовут друг друга по суффиксам. В дальнейшем я так и не узнал ни одного имени.

Пролетели три дня, каждый день я узнавал все больше и больше радиолюбителей, а до эфира, если не считать пары разговоров на УКВ-ЧМ, никак не удавалось добраться. В честь приезда меня и Ли организовывались встречи, заканчивающиеся посиделками за "рюмкой чая" далеко заполночь. Казалось, в этом городе люди никогда не прекращают веселиться. Проблемы с общением частично разрешались с помощью одной из знакомых BD8UK. Наконец в четверг, в обеденный перерыв, едем к BD8UK. Уже издали видна подаренная на Тайване антенна A4S. В небольшой комнате уютной трехкомнатной квартиры родителей на столе расположились IC-725, компьютер и устройство управления антенной. В европейской части России утро, и я рассчитываю провести достаточное количество связей. Однако прохождение не лучшее (пятнадцать метров практически пусты), и несмотря на направленную антенну за час провожу лишь около десяти связей.

Неделя пролетела незаметно – вечера пролетали, как вспышки молнии, в дружеских застольях. На пути обратно отменили рейсовый автобус. Я рисковал опоздать на самолет в Пекин. Но на помощь пришел местный радиолюбительский коллектив — подсадили к знакомому, ехавшему по делам в Кунминг, в его джип, известный в России под названием "Широкий".

На крыше у BD8UK

Пекин, март 2003 года.

После длительного отсутствия я вернулся в столицу Поднебесной завершить свою азиатскую одиссею. Яркое солнце пробуждало к жизни лучшие чувства души, хорошо отоспавшиеся зимой. Город также оживал под его лучами, но воздух вокруг прогревался медленно. Зима, как вежливая гостья, не желала уходить, не простившись как следует. Под порывами пронизывающего ветра из холодной северной пустыни Гоби люди на улицах по-прежнему кутались в теплые одежды мечтательно или просяще желая, наконец, наступления нового сезона.

Сразу по приезде звоню Яну (OM3UU). Я встречался с ним в эфире, работая из Кунминга, и получил номер его телефона, а сейчас появился шанс встретиться лично. Пасмурным мартовским днем мы встречаемся в посольском квартале к востоку от центра. Ян неплохо говорит по-русски, но иногда, сам не замечая того, переходит на родной словацкий, из которого я с трудом пытаюсь уловить что-то похожее. Он почти два года в Пекине и скоро его покинет. Мы направляемся на BY1CJL. Коллективная радиостанция находится в местной средней школе, в паре кварталов от знаменитого пекинского района Ябао Лу, столь дружелюбного к нашим "челнокам". После десяти минут ходьбы я замечаю многоэлементную антенну, чем-то похожую на логопериодику. "8 элементов на три диапазона", — объясняет мне Ян. Мы проходим внутрь школы, и он своим ключом открывает дверь.

Положение для BY1DX немыслимое: в большом помещении не так много свободного места. У одной стены расположился стеллаж с УКВ трансивером, IC-756PRO и вспомогательным оборудованием. У другой – компьютеры с доступом в Интернет, у третьей – большой шкаф с литературой, карточками и приемниками для охоты на лис. Ян проводит запланированную связь со своими словацкими друзьями, а затем мы отправляемся к нему на квартиру выпить пару "рюмок чая" за встречу.

Перед отъездом домой, на прощание, решаю поучаствовать в Russian DX Contest. Звоню начальнику BY1DX Чену и договариваюсь, как всегда, на 12.00 в воскресенье и до вечера. В назначенный час его нет и, побегав по кабинетам, застаю его обедающим в столовке, напротив школы. Не обращая внимания на мое нетерпение, он сажает меня за стол и просит выслушать что-то важное. По каким-то причинам, которые он обещал объяснить мне позже, работать в эфире можно лишь до четырех часов дня. У меня остается совсем мало времени.

Даю общий вызов телефоном на десяти метрах. Начинают звать японцы, затем станции из азиатской части России. Темп, несмотря на открытие прохождения за Уралом, небольшой. За полчаса провожу менее 30 связей и перехожу в телеграф. Яри забрал свой 850-й, а 690-й не оснащен фильтром. Даю общий вызов где-то в конце участка. Здесь уже несколько живее. Темп возрос, но ненадолго — по сторонам начинают пристраиваться станции, попадающие в мою полосу приема, и приходится возвращаться в телефон. Темп снова падает, станций на диапазоне совсем мало. Так приходится чередоваться, и если бы не фильтр, провел бы большую часть соревнований в телеграфе. Около трех часов дня появилось несколько станций из восточной Европы, а покидая станцию в начале пятого, я так не провел ни одной связи с Западной Европой. Не было слышно и каких-либо экзотических станций, как в прошлом году. Прохождение явно было не лучшим. ■

Интернет: всемирная информатизация

А. ГОЛЫШКО, главный эксперт ЗАО «МТУ-Информ», г. Москва

«В любом деле решение – лишь начало»
Пауло Коэльо «Алхимик»

Сетевые центры

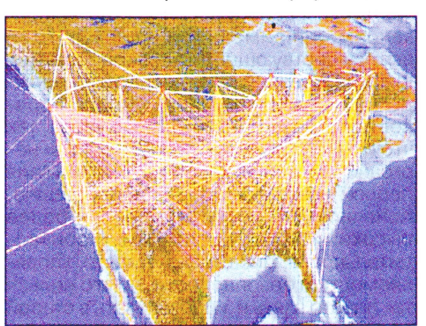
Всемирная Сеть, как известно, имеет децентрализованный характер. Поэтому неудивительно, что точки обмена Интернет-трафиком, называемые, как известно, NAP (Network Access Point), часто дополняются "хранилищем" различных Интернет-приложений, называемых Data Center и являющихся настоящими центрами услуг по предоставлению серверного пространства (hosting) и размещения различного оборудования клиентов (colocation), сильно отличаются друг от друга. Одни из них расположены в студенческих городках, другие — в офисных небоскребах. Некоторыми управляют некоммерческие организации, предоставляющие свои услуги бесплатно, а некоторыми — телекоммуникационные гиганты, взимающие за соединение с Сетью тысячи долларов в месяц. На части узлов персонал дежурит круглые сутки, а другие управляются дистанционно. Есть точки, где опорная сеть построена по технологии FDDI, и есть, где на основе Gigabit Ethernet или ATM. Но в одном все они похожи: выполняют важнейшую функцию — служат в качестве нейтрального информационного обменного пункта, услугами которого пользуются многие ISP, а теперь и провайдеры IP-телефонии и даже TELCO. Эти узлы (точнее, их администрация) не являются участниками договоров об обмене трафиком между провайдерами. Они только передают трафик.

Места, в которых расположены NAP, выглядят почти одинаково — помещения, заполненные множеством кабелей и высокими стойками с маршрутизаторами, коммутаторами и шлюзами. От этих узлов, прежде всего, требуется безотказность, потому соблюдаются серьезные меры безопасности. Сетевые администраторы, контролирующие работу узлов, имеют все средства обеспечения пропускной способности, дублирующие системы и инструменты сетевого мониторинга, необходимые для того, чтобы справиться с любыми неожиданностями и поддержать непрерывный доступ в Интернет.

Сегодня по всему миру имеется много подобных центров. К крупнейшим из которых относятся Japan Internet Exchange (JPIX), Hong Kong Internet Exchange (HKIX), Amsterdam Internet Exchange (AMS-IX), парижский SFINX (France Telecom), London Internet Exchange (LINX), североамериканские MAE-East и MAE–West (Metropolitan Area Ethernet), чикагский узел оператора Ameritech, а также совсем молодые аналогичные центры, например, компании XO Communications (США), расположенные в штатах Нью-Джерси, Калифорнии, а также в Мексике и Европе. И это, разумеется, не весь список. В заключение можно взглянуть на схему сети NSFNet (см. **рисунок**) в период ее максимального расцвета, где нетрудно увидеть NAPы.

Информатизация по-американски

Итак, мы уже знаем, что 23 февраля 1993 г. в Вашингтоне был опубликован Меморандум Клинтона-Гора "Технология экономического роста Америки. Новое направление, которое предстоит создать". В том документе было объявлено о расширении поддержки научных и технологических разработок со стороны правительства США, так как инвестиции в технологию — это инвестиции в будущее Америки. Новые инициативы в укреплении экономической мощи, помимо инициатив в области развития промышленности, образования, энергосбережения и т.п., включали в себя, разумеется, и развитие национальной информационной инфраструктуры (NII), подразумевающей создание высокоскоростных информационных сетей. Важным являлась и социальная направленность документа, в котором ставились цели создания новых рабочих мест, защиты окружающей среды и быстрое реагирование государства на нужды граждан. Именно после этого события в обиходе появились понятия типа цифровой магистрали (Digital Highway) и супермагистрали (Superhighway), в основе которых и заложены достижения сети Интернет. Ну а Европа, понятное дело, тоже не осталась в стороне и стала оперировать понятием "глобальное информационное общество" (GIS) или просто "IS".



Европейская информатизация

Европейцы хорошо понимали проблемы, поднятые американцами, но благодаря существующей у них основательной бюрократизации только в декабре 1994 г. сумели создать Бюро по проектам информационного общества (ISPO или Information Society Project Office). Правда, деятельность ISPO не несет в себе присущей американцам всеохватности, а представляет собой связующее звено между Комиссией Европейского Сообщества и потенциальными участниками в реализации каких-либо инициатив по IS (этакий магазин "все для всех"). Тем не менее в настоящее время уже предложено несколько тысяч проектов по созданию информационного общества, координируемых ISPO.

В Европе создан также Центр активности в сфере информационного общества (ISAC или Information Society Activity Center), который призван решать, на сколько приблизился тот или иной субъект Европейского Сообщества к IS. При этом ISAC учитывает плотность проводных телефонных линий, количество линий ISDN, сотовых телефонов и пр. ISPO связано с WWW более чем сотней узлов, расположенных, разумеется, в Европе, а также в США, Канаде, Австралии, Новой Зеландии, Японии, Кореи, Сингапуре и островах Океании. Формально Африка и Ближний Восток представлены узлом в Израиле.

Во всем этом многообразии прослеживается, однако, линия на поддержку проекта IS в странах, следующих инновационной и технологической модели развития ISPO. Поэтому из ISPO поначалу "выпали" не только такие небольшие "сырьевые" страны, как, например, Вьетнам, но и такие гиганты, как Индия, Китай, Бразилия и Россия.

Но не стоит принимать близко к сердцу все эти коллизии, ибо вышеописанное Бюро — лишь очередная европейская бюрократическая организация (их еще будет создано немало), паразитирующая на хороших идеях и поедающая деньги налогоплательщиков. Реальные дела будут делаться реальными операторами и поставщиками услуг, а не чиновниками. Заметим также, что развитием информатизации и Интернета в самых развитых странах заинтересовалась высшая государственная бюрократия. А уж она костьми ляжет, но все же добьется инвестиций для создания нужной им супермагистрали.

Всемирная информатизация

Разумеется, европейские и американские концепции информатизации не могли долго существовать порознь. В феврале 1995 г. в Брюсселе на совещании министров, занимающихся развитием IS в разных странах, было определено 11 первых приведенных ниже глобальных проектных зон (Project Areas) информационного общества с указанием ответственных исполнителей:

- GIP — глобальная опись — ЕС и Япония;
- GIBN — глобальная интероперабельность широкополосных сетей — Канада и Япония;
- Trans-Cultural Education and Training, Tel & Lingwa — межкультурное обучение и инструктирование — Франция и Германия;
- Electronic Libraries, Bibliothica Universalis — электронная универсальная библиотека — Франция и Япония;
- Multimedia Access to World Cultural Heritage — мультимедийный доступ к всемирному культурному наследию — Италия и Франция;

♦ Environment and Natural Resources Management — управление окружающей средой и природными ресурсами — Канада;

♦ Global Emergency Management Gemini — глобальное управление чрезвычайными ситуациями — США;

♦ Global Healthcare Applications — глобальные прикладные задачи здравоохранения — ЕС;

♦ Government On-line — правительство в режиме реального времени - Великобритания;

♦ Global Market Place for SMEs — глобальный рынок для средних и малых предприятий — ЕС, Япония, США;

♦ MARIS — морское информационное общество — ЕС, Канада.

Понятно, что это было лишь начало, и ныне программ запущено гораздо больше. Переходя к последним событиям, следует упомянуть стремление ряда стран вступить во Всемирную торговую организацию (ВТО), где повсеместно должны использоваться механизмы электронной коммерции, а также Окинавскую Хартию GIS, подписанную главами стран "восьмерки" 21 июля 2000 г. в одноименном месте, и где подчеркнуто, что "все люди повсеместно, без исключения, должны иметь возможность пользоваться преимуществами GIS", а всем правительствам рекомендовано всячески содействовать его становлению внутри каждой страны. Особо подчеркнуто, что частный сектор играет во всем этом жизненно важную роль как потребитель и поставщик инфокоммуникационных услуг, а всем государствам нужно позаботиться, чтобы ИТ процедуры учитывали принципы эффективного партнерства между государственным и частным секторами экономики, а также соблюдали транспарентность (прозрачность) и технологическую нейтральность.

Про Хартию можно говорить весьма долго, но в двух словах — это призыв ко всем государствам ликвидировать информационную неграмотность и наладить эффективное партнерство ее участников, включая:

♦ проведение экономических и структурных реформ для создания обстановки открытости, эффективности и конкуренции с дополнением мер по адаптации рынков труда, развитию людских ресурсов и социального согласия;

♦ рациональное управление макроэкономикой для улучшения планирования деятельности как деловых кругов, так и потребителей;

♦ разработка информационных сетей с быстрым, надежным и безопасным доступом;

♦ образование и пожизненное обучение ИТ-специалистов;

♦ активное использование ИТ по осуществлению доступности государства в реальном времени для всех граждан.

По сообщениям агентства "Интерефакс", глава Минсвязи РФ Л. Рейман 21 июля 2001 г. на пресс-конференции в Генуе, посвященной саммиту "Большой Восьмерки", заявил, что в 2000 г. "Россия сделала большой шаг вперед в области информационных технологий". По его словам, на развитие российского рынка телекоммуникаций оказывает достаточно большое влияние деятельность Владимира Путина, который уделяет "большое внимание вопросам развития Интернета" (***http://www.sotovik.ru/news//news005362.htm***).

Итак, идеи GIS обещают самым серьезным образом "перетряхнуть" планету. Похоже, правда, что подобные обещания человечество слышало уже неоднократно, а посему, скорее всего, впереди у всех нас еще много работы.

Азиатская угроза

Забыв об исторических разногласиях, правительства и ученые Японии, Китая и Кореи объединяют усилия, чтобы предотвратить надвигающуюся Интернет-катастрофу. По сообщениям CNET Asia, имеющийся в распоряжении этих стран запас IP-адресов близится к исчерпанию, ибо по начертанной 20 лет назад схеме (для действующей ныне 4-й версии этого протокола IPv4) этому региону адресов было выделено меньше всего. По данным аналитической фирмы IDC, Китаю с населением 1,3 млрд человек было выделено всего 22 млн IP-адресов. А в прошлом году там было уже 17 млн пользователей Интернета, а к 2007 г. их число может достичь 62,5 млн. Япония и Корея тоже скоро исчерпают свои адреса, да еще там грядет волна новых сотовых телефонов и интеллектуальных домашних устройств, которым скоро тоже потребуются IP-адреса.

В свою очередь, США и Европа пока чувствуют себя спокойно, так как в свое время эти регионы захватили большую часть IP-адресного пространства. Американцам, например, принадлежит 70 % всех существующих IP-адресов. Поэтому власти Северной Азии возлагают надежды на новую схему IPv6 (где для адресов используются 128-битные числа, так что их число получается практически неограниченным), и, вероятно, именно Азия первой поведет мир к ее воплощению. Конечно, IPv6 обладает гораздо более высокими характеристиками производительности, масштабируемости, управляемости и безопасности, но его нельзя так просто взять и использовать в старой сети. Хотя выпуск оборудования с поддержкой IPv6 растет и разработаны решения, позволяющие вести трафик IPv6 по существующей инфраструктуре IPv4, все это потребует новых инвестиций. Да и европейцев с американцами адресное пространство пока "не поджимает", и они никуда не торопятся. Так что очень может быть, что на какое-то время возникнет ситуация, когда Тихий океан станет водоразделом между двумя Интернетами. Да и IPv6, очевидно, отнюдь не последняя стадия развития IP.

Новая резиденция Президента

По сообщениям сайта ***http://www.internet.ru***, летом прошлого года начал работу новый Web-сайт президента России В. Путина ***http://www.president.kremlin.ru***. Объем нового президентского сайта — 10 тыс. страниц. Структура Web-сайта включает в себя пять разделов: Президент, Институты, Приоритеты, Кремль и События. Одно из новшеств сайта — раздел "Кремль", где будет опубликована информация о резиденциях главы государства, президентском транспорте, в разделе также карта Кремля с подробными статьями обо всех достопримечательностях кремлевского комплекса, но, разумеется, без документов с соответствующим грифом.

Новая Интернет-резиденция главы государства претерпела существенные изменения по сравнению со своей старой версией. В разработке нового Web-сайта принимали участие победители конкурса творческих проектов на лучшую страницу первого лица России в Интернете. За безопасность нового Интернет-ресурса тогда отвечало ФАПСИ. Работа над запуском нового президентского Web-сайта заняла целый год, а итоги конкурса на его лучший проект были объявлены 18 июня 2001 г. Первое место в номинации "Концепция и структура" Web-сайта получил проект Максима Бузмакова — креативного аналитика московской компании "Аякси". В состав жюри конкурса под руководством заместителя главы президентской администрации Владислава Суркова входили представители администрации президента России и Интернет-сообщества.

Как известно, помимо собственного Интернет-ресурса, Президент РФ уже встречался с Интернет-общественностью и провел не одну Интернет-конференцию с участием огромной аудитории. К примеру, по сообщениям , во время первого такого мероприятия 6 марта 2001г. на вопрос о том, как президент относится к Интернету и пользуется ли он этим видом связи, он заявил: "К сожалению, мало пользуюсь Интернетом. В силу врожденной лени, с одной стороны, а с другой стороны — в силу того, что сейчас у меня много других возможностей, много сотрудников аппарата, помощников, которые занимаются этим профессионально и дают мне уже как бы готовый результат". Тем не менее идеи GIS, хотя бы пока и на высшем уровне, постепенно становятся у нас вполне обычным делом.

ФЦП

Сегодня в упрощенном виде "их GIS" — это "наша ФЦП" (Федеральная целевая программа) "Электронная Россия", утвержденная постановлением Правительства РФ № 65 от 28 января 2002 гг. Целью новой программы объявлено создание условий для развития демократии, повышение эффективности функционирования экономики, государственного управления и местного самоуправления за счет внедрения и массового распространения информационных и коммуникационных технологий, обеспечения прав на свободный поиск, получение, передачу, производство и распространение информации, расширения подготовки специалистов по информационным и коммуникационным технологиям и квалифицированных пользователей. На это государством выделены деньги. Главным функциональным элементом ФЦП, конечно же, является Рунет, который в невиданной еще в России степени должен сблизить ее граждан вне зависимости от их социального положения. В общем, теперь и мы заживем...

Тем более, что до объявленных сроков реализации последнего этапа программы (2010 г.) ждать осталось недолго. ■